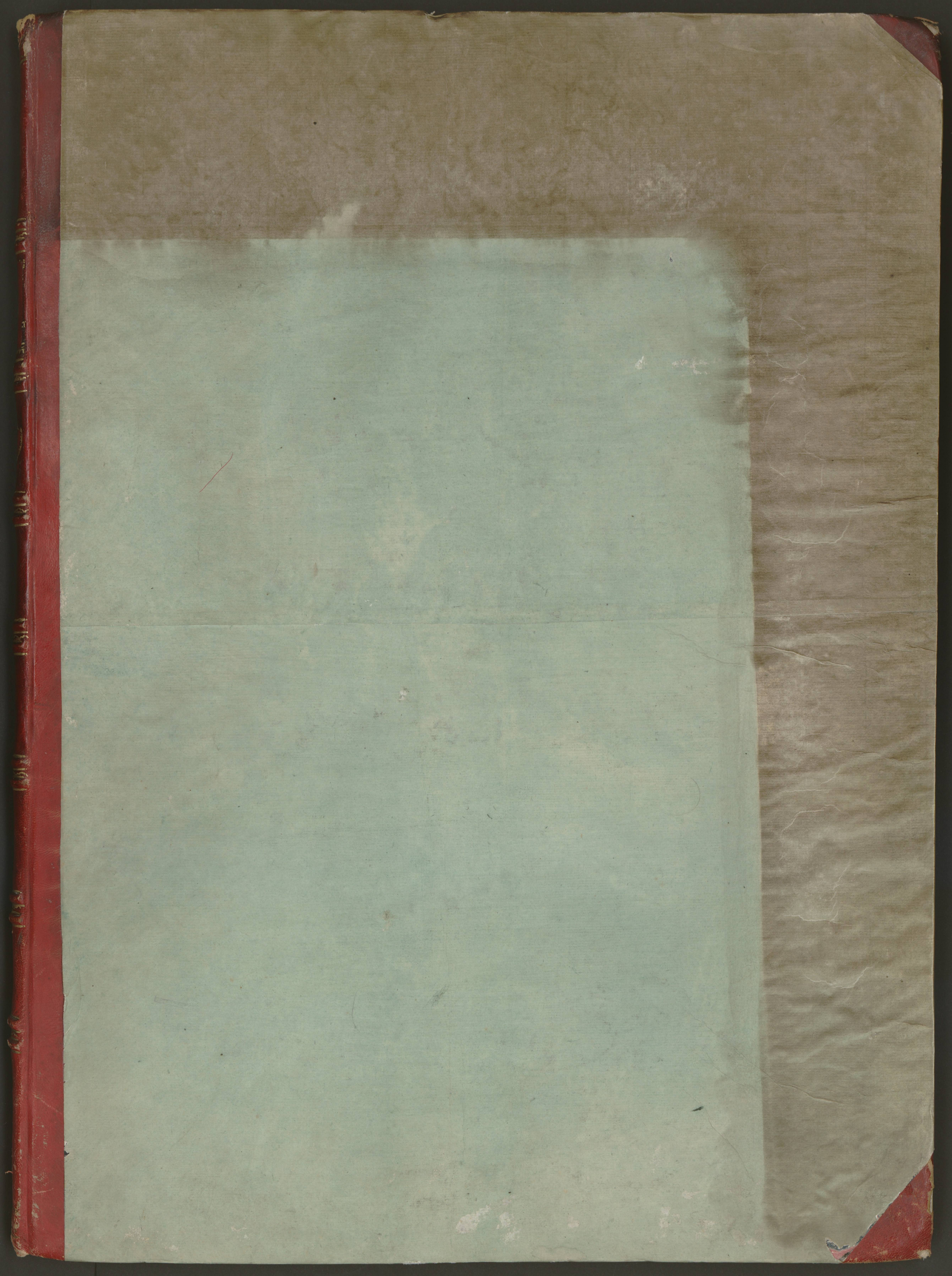
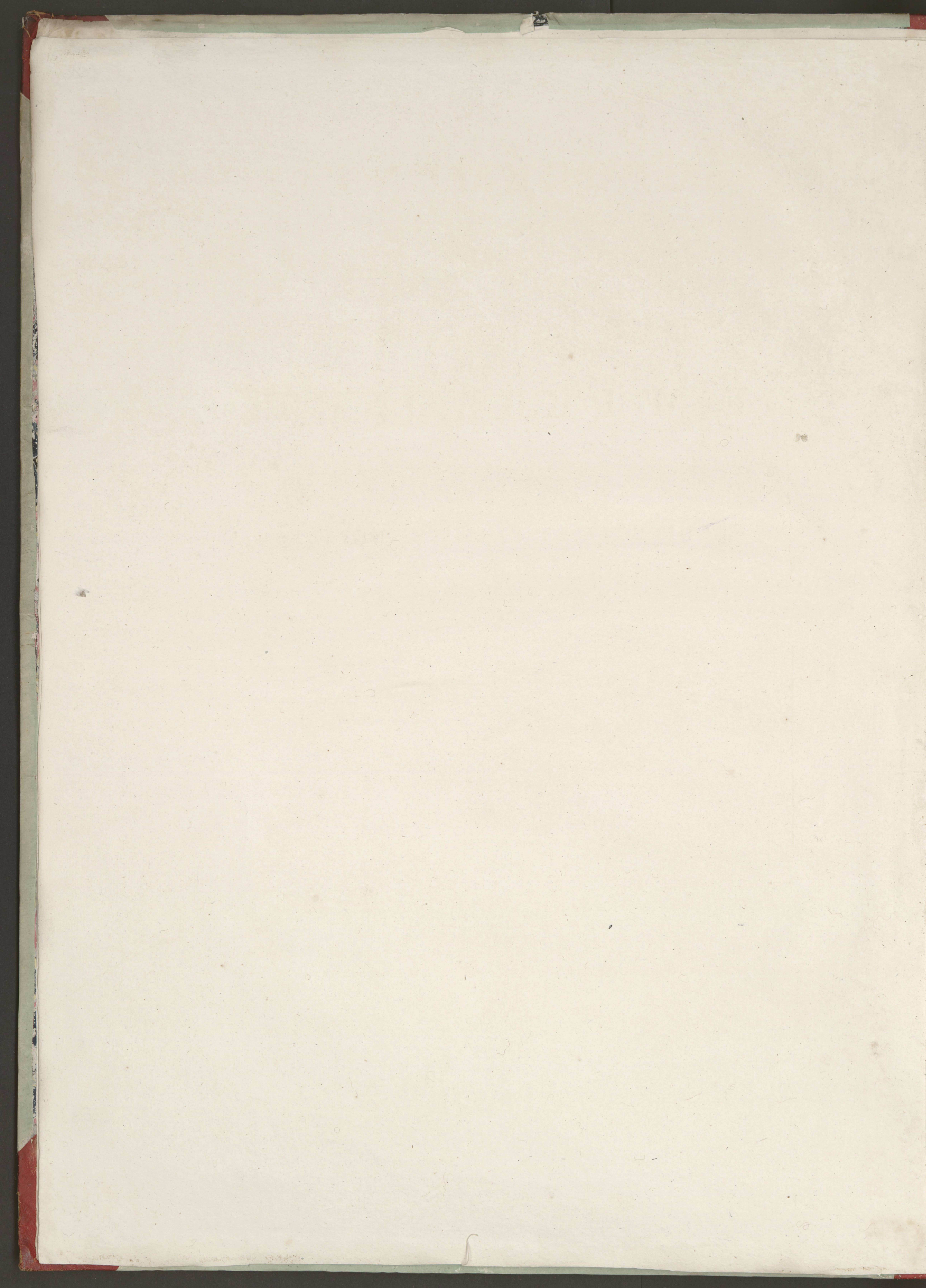



LIPR



SUPPLÉMENT

A L'ÉDITION IN-FOLIO

DES OEUVRES

DE M. PERRONET,

CHEVALIER DE L'ORDRE DU ROI,

SON ARCHITECTE ET PREMIER INGÉNIEUR

POUR LES PONTS ET CHAUSSÉES,

Des Académies royales des sciences de Paris, Stockholm, de la société royale de Londres, etc.



DE L'IMPRIMERIE DE FRANÇOIS-AMBROISE DIDOT L'AÎNÉ.

A PARIS,

Chez DIDOT FILS AÎNÉ, = JOMBERT JEUNE, Libraire pour l'Artillerie et le Génie, rue Dauphine, près du Pont-Neuf.

M. DCC. LXXXIX. [1789]

AVEC APPROBATION DE L'ACADÉMIE.

SUPPLÉMENT

AUX ŒUVRES DE M. PERRONET.

DESCRIPTION DE DIVERS PONTS.

PONT DE CHATEAU-THIERRY,

SUR LA RIVIERE DE MARNE.

Le vieux pont étoit composé de huit petites arches anciennes et mauvaises, principalement celles qui étoient situées du côté de la ville. J'ai été chargé de faire le projet de sa reconstruction. La premiere arche de 48 pieds d'ouverture surbaissée au tiers, et de 33 pieds de largeur d'une tête à l'autre, a été construite d'après l'adjudication qui en a été passée au sieur Pierre le Tellier, le premier février 1765, pour la somme de 150,000 livres, et cela en place des quatre premieres arches, dont le peu d'ouverture rendoit la navigation très difficile et dangereuse.

Les quatre autres arches étant devenues, depuis ce temps, également mauvaises, il a été passé une nouvelle adjudication au même entrepreneur, le 24 juillet 1770, pour la somme de 397,400 livres comprenant la construction de deux nouvelles arches l'une de 9 toises d'ouverture au milieu du pont, et l'autre de 8 toises à son extrémité, toutes surbaissées également, comme la premiere, au tiers de leur ouverture, et faites dans l'emplacement du vieux pont. La pénurie des fonds n'a pas permis de continuer cet ouvrage de suite; mais ces arches doivent être fermées cette année 1786, et le public pourra y passer le printemps prochain, en supprimant le pont provisionnel de charpente qui a été fait au-dessus et au droit de ces deux nouvelles arches.

Les piles ont 13 pieds 6 pouces d'épaisseur, et sont terminées à chaque bout par des avant et arriere-becs, dont les côtés sont décrits par des portions d'arcs avec des rayons qui ont également 13 pieds 6 pouces de longueur, formant, sur leur base, un triangle mixtiligne équilatéral. Elles sont recouvertes pyramidalement en forme de chaperon au-dessus d'un plinthe de couronnement dont le dessous se trouve à 15 pieds plus haut que la derniere retraite de fondation.

Chaque culée a seulement 14 pieds d'épaisseur, étant fortifiée, contre la poussée des voûtes, par des murs évasés sur un angle de 45 degrés, et d'autres retournés à leur bout parallèlement aux têtes, chacune de 27 pieds de longueur, qui viennent se raccorder contre les murs de quai : chacun de ces murs a 6 pieds d'épaisseur.

Les piles et les culées ont été fondées à 9 pieds au-dessous de la derniere retraite, et à 12 pieds 9 pouces de la naissance des voûtes, sur des pilotis espacés à 3 pieds de milieu en milieu, avec racinaux et plates-formes de charpente suivant l'usage, le tout en bois de chêne.

La coupe des voussoirs des clefs est de 3 pieds 9 pouces à l'arche du milieu, et de 3 pieds 6 pouces aux deux arches collatérales; les autres sont prolongés en coupe jusqu'à 5 et 6 pieds des douelles, se raccordant, par leur derriere, avec la hauteur des assises horizontales des tympans.

Les têtes du pont sont couronnées d'un tore avec cavet au-dessous de 16 pouces de hauteur, sur une pente de 21 lignes par toise de longueur, de part et d'autre du milieu du pont.

La hauteur des parapets est de 3 pieds 6 pouces, compris l'assise de bahut, sur une épaisseur de 18 pouces.

On renvoie à la Pl. XXXI, qui comprend l'élévation et le plan de ce pont, pour la description des autres parties qui ne sont pas expliquées ci-devant.

PONT DE BRUNOI.

Le vieux pont de Brunoi, de trois arches en maçonnerie, situé sur la riviere d'Yeres, ayant été emporté en grande partie par une crue extraordinaire en mars 1784, je fus chargé de le faire reconstruire en trois ans. Les voûtes ont été fermées en 1786, et le tout doit être terminé la campagne suivante.

Ce nouveau pont est composé de trois arches faites en pierres de taille, sur le même emplacement que l'ancien; elles ont chacune 18 pieds d'ouverture. Les piles ont 3 pieds 6 pouces d'épaisseur, et les culées 10 pieds: ces culées seront terminées par des pilastres de 5 pieds de large et de 3 pieds 9 pouces de saillie, le tout mesuré au nud des parements et au-dessus de deux assises de retraite, qui sont établies sur un radier de 3 pieds d'épaisseur en maçonnerie, lequel sera prolongé de 4 pieds parallèlement aux têtes du pont, et retenu à chaque bout avec une file de pieux et de palplanches coeffés d'un cours de chapeaux. La largeur du pont est de 28 pieds 6 pouces, mesurée d'une tête à l'autre, compris 16 pouces pour l'épaisseur de chaque parapet.

Les voûtes sont faites en portion d'arc décrite avec un rayon de 18 pieds de longueur, et leurs naissances sont établies de niveau à 7 pieds au-dessus de la deuxieme assise de retraite. Les voussoirs des clefs ont 2 pieds de coupe, et les autres sont prolongés et arrasés de niveau par le dessus jusques dessous l'entablement du couronnement du pont.

Les piles sont terminées à chaque bout par des piliers circulaires, encastrés d'un quart dans le corps de la maçonnerie, et diminués de 3 pouces de chaque côté par le haut, pour en réduire le diametre à 3 pieds et former de petites alettes triangulaires. Elles sont figurées également sur moitié de leur épaisseur contre les culées.

On a fait un trottoir de 3 pieds de large, en pierres de taille, au-devant de la culée située au sud du pont, pour que MONSIEUR, frere du roi, puisse communiquer du jardin de son ancien château dans la prairie, où l'on doit faire un jardin anglois.

On renvoie, pour le surplus de la description de ce pont, à la PL. XXXII, qui représente son élévation, la moitié de son plan et une coupe, ainsi que les profils du couronnement des pilastres et du pont. On pourroit y remarquer la légèreté que l'on a eu l'intention de lui donner, relativement au lieu où il est construit sans que cela puisse nuire à sa solidité.

La courbure, qui avoit été surhaussée de 4 lignes d'après l'épure, ne s'est affaissée que d'environ une ligne après le décintrement, au moyen de l'attention que l'on avoit eue de chasser des coins de bois dans les joints des voussoirs qui ont été bien coulés et fichés en mortier de chaux et ciment, et aussi parceque l'on avoit battu les clefs à la hie.

Le sieur Faure de la Perouse est chargé de cet ouvrage en qualité d'entrepreneur, et l'adjudication qui lui en a été passée monte à 64,800 livres.

PONT DE ROSOI,

ROUTE DE PARIS À SEZANNE,

Adjugé au sieur Florent le Sueur, le 21 février 1786, pour la somme de 39,379 livres.

CE pont est composé de deux arches de 24 pieds d'ouverture, terminé en portion d'arc dont le rayon a pareille longueur de 24 pieds et la fleche 3 pieds. Les culées ont chacune 12 pieds d'épaisseur, et la pile d'entre les deux arches 6 pieds: le tout mesuré au-dessus des deux assises de retraite. Les voussoirs ont 2 pieds 6 pouces de longueur de coupe à la clef, et la largeur du pont 33 pieds d'une tête à l'autre. Il est fondé, ainsi que les murs en ailes, sur pilotis, racinaux et plates-formes de charpente suivant l'usage.

Les voussoirs, ainsi que les assises des parements et le couronnement des parapets, sont en grès dur, soigneusement appareillé et piqué. Les arches ont été fermées à la fin de 1786. Le tassement sur les cintres de charpente, après la pose des clefs, a été d'environ 10 lignes, et l'on doit le décintrer au printemps suivant.

PONT DES FONTAINES,

CONSTRUIT EN 1760,

Sur la riviere des Nonettes à Chantilli, route de Paris à Amiens.

CE pont étant situé près et au-dessous du château, ainsi que d'une belle prairie dont on ne vouloit masquer la vue que le moins possible, on a été obligé de rendre le pont très léger, et d'y placer des garde-fous en fer avec des trottoirs et des bornes au-devant pour défendre ces garde-fous du choc des voitures.

PONT DES FONTAINES.

Ce pont est composé de trois arches surbaissées au quart, celle du milieu de 16 pieds d'ouverture, et les deux autres de 15 pieds. Les culées et les piles ont chacune 5 pieds d'épaisseur.

Ce pont est un peu biais sur la direction de la riviere, et sa largeur est de 24 pieds d'une tête à l'autre. Il est revenu à 14,588 livres.

On donne, Pl. XXXIV, une élévation, un plan et une coupe de ce pont.

DESCRIPTION DE L'ARCHE BIAISE,

Construite sur le ruisseau Bicheret, près et au-delà de Lagny, route d'Allemagne par Coulommiers.

On est souvent embarrassé pour construire solidement une arche dont le biais est un peu considérable sur la direction de la route, parceque les voussoirs du cintre primitif étant prolongés suivant l'usage jusqu'aux têtes, ils y forment d'un côté un angle trop aigu qui est sujet à se casser, et aussi parcequ'une partie des voussoirs des têtes, et quelquefois même leur totalité, suivant le biais de l'arche, porte leur poussée au vuide; ce qui exigeroit, pour y remédier, de donner à une partie de ces voussoirs des longueurs de douelle que ne pourroient pas fournir les carrieres. C'est pourquoi j'ai pensé qu'il seroit utile de donner les dessins et l'épure d'une arche que j'ai fait construire, près Lagny, sur un biais de 45 degrés, pour éviter les inconvénients dont on vient de parler, au moyen de ce que les voussoirs sont retournés d'équerre sur les têtes, en prolongation de ceux du cintre primitif qui est fait en plein cintre; et cela, après avoir figuré, contre deux culées alternativement opposées, les arcs surbaissés qui sont tous égaux ou semblables à ceux des têtes.

Cette arche a 9 pieds d'ouverture et 11 toises de longueur d'une tête à l'autre, mesurée suivant son biais; les culées ont 5 pieds d'épaisseur à cause du remblai de 32 pieds dont le nouveau chemin est élevé au-dessus des têtes: l'épaisseur de la voûte est d'un pied 10 pouces, mesurée à la clef.

On joint ici deux planches. La premiere représente les plan, coupe et élévation de l'arche, et la deuxieme son épure. On pense que leur inspection seule doit suffire pour donner les autres éclaircissements dont on peut avoir besoin sur ce genre de construction.

PONT PROJETÉ SUR LA NÉVA,

A SAINT-PÉTERSBOURG,

Pour remplacer le pont de bateaux qui y existe.

La quantité et l'épaisseur des glaces venant, lors des dégels du lac Ladoga et de la partie supérieure de la Néva jusqu'à ce lac, joint à la nécessité de laisser un passage pour les gros vaisseaux, avoient accrédité l'opinion des Russes sur l'impossibilité de faire assez solidement un pont de pierre en cet endroit, qui cependant seroit d'autant plus nécessaire que la ville de Saint-Pétersbourg est presque partagée en deux par la Néva, et que, lorsque la glace n'a pas assez d'épaisseur pour porter les voitures, ainsi que dans le temps des débacles, il ne peut plus y avoir de communication d'une partie de cette capitale à l'autre.

Ce sont les grandes difficultés que présente la construction d'un tel pont, l'utilité dont il seroit, et principalement l'envie de répondre au desir d'une grande impératrice que l'on m'avoit dit souhaiter d'avoir un pareil projet, qui me l'ont fait entreprendre, étant bien persuadé d'ailleurs qu'il y a peu de choses qui soient impossibles dans ce genre, si l'on veut en juger d'après le pont construit sur le Danube par Trajan, qui étoit composé de 20 arches, chacune de 170 pieds d'ouverture et de 150 pieds de hauteur; les piles avoient 60 pieds d'épaisseur.

Ce pont doit être composé de 7 arches, 6 piles et 2 culées. L'arche du milieu, qui est destinée pour le passage des vaisseaux au moyen d'un levis qui y sera établi, doit avoir 60 pieds d'ouverture. Les trois arches suivantes de chaque côté auront 18 toises, 16 toises et 14 toises. L'épaisseur des piles du milieu sera de 30 pieds, les autres auront 27 et 24 pieds successivement, et les dernieres demi-piles qui joindront les culées auront chacune 12 pieds: le tout mesuré au-dessus des retraites de la fondation. La largeur du pont sera de 56 pieds entre les têtes, compris 12 pieds pour chaque trottoir et 2 pieds de plus pour les parapets, indépendamment d'un corps saillant de 3 pieds qui sera fait au bout de chaque pile.

Pour donner plus de facilité au passage de l'eau et des glaces, que ne peut le faire la courbure elliptique que l'on emploie le plus ordinairement aux ponts, les voûtes doivent être décrites avec 11 centres, d'après la formule algébrique que nous avons rapportée ci-dessus; et l'on a fait de plus, dans la même intention, des cornes de vache dont le rayon de l'arc des têtes est de 125 pieds 8 pouces 9 lignes pour l'arche de 18 toises d'ouverture. Leurs naissances, ainsi que celles des voûtes, doivent toutes être établies à la hauteur des plus basses eaux; et le dessous du couronnement des avant et arriere-becs sera également posé de niveau à la hauteur des plus hautes eaux.

Quoique j'aie lieu de penser que la masse considérable des piles, auxquelles j'ai donné plus d'épaisseur et de longueur qu'il n'est d'usage et nécessaire pour des rivieres ordinaires, doive les mettre en état de résister au choc des glaces de la Néva, étant d'ailleurs chargées du poids des grandes voûtes qu'elles soutiendront, et fortifiées de leurs avant et arriere-becs demi-circulaires, j'ai cru devoir, pour plus de sûreté, renforcer ces piles d'un second avant-bec de forme triangulaire qui sera tangent au premier, en inclinant le dessus sur un angle de 45 degrés et les terminant en portion d'arc, ainsi qu'au sommet des triangles que forme leur base.

On sait que le choc d'un corps dur mû horizontalement contre un plan ainsi incliné, est, au choc perpendiculaire à l'inclinaison, dans la raison inverse du sinus total à celui du plan incliné, qui sera, comme je l'ai déja dit, de 45 degrés, ou comme 5 à 7; ce qui doit diminuer ce choc des deux septiemes, ou d'un peu moins du tiers. On doit de plus considérer que la glace étant friable, elle doit être rompue contre cet avant-bec, se trouvant d'ailleurs soulevée par son inclinaison au moment du choc; ce qui, en diminuant ce choc, contribue encore à la rompre et à la détourner de sa premiere direction pour la faire passer, de part et d'autre de l'avant-bec, sous les arches collatérales.

Si l'on considere seulement le choc de l'eau, dans l'état de fluidité contre les avant-becs demi-circulaires, on sait qu'il sera diminué de moitié du choc perpendiculaire contre une surface verticale dont la largeur seroit égale au diametre de ces avant-becs : mais ce choc sera encore beaucoup diminué par la figure triangulaire de la base et de ses sections paralleles, des premiers avant-becs qui doivent y être ajoutés; ce qui démontre que l'on en retirera un avantage de plus, parceque la section horizontale se trouvera rapprochée de celle de la moindre résistance.

On doit présentement faire envisager qu'une forte gelée d'environ 30 degrés, telle que celle que l'on éprouve en hiver sur la Néva, ayant glacé la surface de cette riviere et celle du lac Ladoga, sur une assez grande épaisseur, pendant le temps considérable qu'elle doit durer, ce qui permet pour lors de traverser cette riviere avec des voitures chargées, il est nécessaire, pour que cette glace puisse prendre du mouvement et s'écouler dans le golfe de Finlande, que l'on ait éprouvé un assez long dégel afin de fondre une partie de son épaisseur et la fracturer en tout sens, en sorte que, quand les parties de cette glace ainsi divisées commencent à charier, elles doivent continuer à se désunir et s'accumuler les unes contre les autres par les obstacles qu'elles se font mutuellement et par les rétrécissements de plusieurs parties de la riviere.

Au moyen de cette réflexion, on ne doit pas regarder les glaces qui viennent heurter contre une pile, en les considérant comme le feroit un train de bois ou un vaisseau chargé, à cause de la solution de continuité qui se trouve entre les glaçons; ce qui doit en amortir considérablement le choc, quoique cela ne puisse pas paroître sensible à la premiere inspection jusqu'à une certaine distance des piles.

Si l'on connoissoit la vîtesse de la riviere dans le temps qu'elle charie, et qu'on eût remarqué jusqu'à quelle distance une pile, ou tout autre corps ainsi choqué, pourroit se faire sentir, on auroit un moyen de faire connoître les masses partielles choquantes pour calculer leur effet; mais je ne crois pas qu'il puisse jamais être assez fort pour déplacer des piles telles que celles que je propose, étant chargées d'une grande demi-voûte de chaque côté, dont le poids total doit monter, d'après le calcul que j'en ai fait, à plus de 25 millions, déduction faite de ce que la partie qui sera plongée dans l'eau pourra perdre de son poids (1).

Pour l'établissement du pont-levis, que je propose de construire de 60 pieds de longueur, au milieu du pont, dont les tabliers auront chacun 30 pieds, il conviendra d'élever un bâtiment en forme d'arc de triomphe sur chacune des deux piles qui le soutiendra, dans lesquelles on pratiquera des logements pour les deux hommes qui seront chargés de la manœuvre de chacun des deux tabliers du pont. Ces bâtiments seront décorés de bas-reliefs représentant les victoires remportées par les armées de l'impératrice, et les autres époques les plus importantes de son regne, avec des inscriptions convenables. Chaque bâtiment sera terminé par un trophée d'armes qui figurera dans le milieu sur ces quatre faces.

On renvoie à la Pl. XXXV, qui représente le plan, l'élévation du pont, et celle des deux bâtiments ou arcs de triomphe dont j'ai parlé ci-devant.

Le méchanisme pour le mouvement de chaque partie du pont-levis sera composé d'une roue échancrée d'environ un quart, cotée *A*, de 30 pieds de diametre, enarbrée dans le tourillon horizontal *B*, et assemblée avec les

(1) On a supposé, dans ce calcul, que la pierre de taille, ou le granit et le marbre qui seront employés à la construction du pont, peseroit 180 liv. le pied cube, et la maçonnerie ordinaire 120 livres; ce qui doit donner 156 livres de poids réduit pour une égale quantité de chacune de ces especes de maçonnerie qui se trouvera située au-dessus des grandes eaux, et 78 livres pour celle du dessous, déduction faite de 72 liv. du poids de l'eau dont elle occupera la place.

poutrelles *C* des tabliers. On pratiquera une gorge pour placer une chaîne à la circonférence de chaque roue. Au bout de cette chaîne seront suspendus des poids de fonte en portion de cylindre qui descendront dans les puits *D*, dont le poids égalera celui de chaque tablier. Ces poids seront enlacés de fer les uns aux autres, de maniere qu'ils puissent se poser successivement au fond des puits, et qu'ils n'y arriveront que quand le tablier sera entièrement levé; ce qui doit être disposé de telle sorte, qu'il y ait toujours équilibre entre les tabliers dans leurs différentes inclinaisons avec les poids qui resteront suspendus à la chaîne, afin qu'il n'y ait plus que le frottement à vaincre par les deux hommes qui y seront employés de chaque côté.

La partie de ces roues qui se trouvera au côté opposé du pont-levis sera dentée en fer pour engrener dans les lanternes *E*, chacune de 3 pieds de diametre, lesquelles deux lanternes seront fixées à un même arbre horizontal *F* qui portera aussi, de chaque côté, des roues *G* de 12 pieds de diametre, ayant des chevilles de bois à leur circonférence pour y appliquer les hommes qui doivent les faire manœuvrer: le tout sera établi dans une voûte de 6 pieds de diametre, qui passera sous la partie du milieu de chaque bâtiment, communiquant à des caveaux dans lesquels on descendra par les escaliers *H*.

Ces mêmes escaliers serviront aux ouvriers pour monter dans leur logement en entresol, en faisant des voûtes d'arêtes à la hauteur des impostes des faces latérales sur les passages qui correspondront aux trottoirs.

Le genre de la construction de ce pont, quoique projetté particulièrement pour Saint-Pétersbourg, peut également convenir pour être construit sur les grandes rivieres et les fleuves du nord, relativement à la disposition des fortes piles et de leurs doubles avant-becs, qui doivent les mettre en état de résister aux plus fortes glaces, en déterminant d'ailleurs le nombre et l'ouverture des arches, ainsi que leur hauteur, d'après ce que chaque local particulier doit exiger.

MÉMOIRE

SUR LA RÉDUCTION DE L'ÉPAISSEUR DES PILES,

ET SUR LA COURBURE QU'IL CONVIENT DE DONNER AUX VOUTES,

Le tout pour que l'eau puisse passer plus librement sous les ponts [1].

MON objet principal dans ce mémoire est de déterminer l'épaisseur à laquelle on peut réduire les piles des ponts, et la diminution dont peut être susceptible le massif des voûtes par leur courbure, afin de parvenir à faire, avec moins de dépense, des ponts qui soient plus légers et qui laissent un passage plus libre à l'eau, sans que ces changements puissent nuire à leur solidité. J'ai cru que cette matiere pourroit intéresser l'académie, qui s'occupe avec tant de succès de la description et perfection des arts.

Je diviserai ce mémoire en deux parties: je traiterai, dans la premiere, de la réduction de l'épaisseur des piles, et, dans la seconde, de la courbure qu'il convient de donner aux voûtes, en diminuant le massif de leur maçonnerie.

PREMIERE PARTIE.

Les piles des ponts doivent être considérées, ou comme faisant la fonction des culées, ou comme devant toujours être contre-buttées par les arches collatérales jusqu'aux culées de ces ponts. Dans le premier cas, on doit les rendre aussi fortes que doivent l'être les culées mêmes, pour résister à la poussée latérale des voussoirs qui tend à les renverser, et qui augmente d'autant plus, que les voûtes sont plus plates et les pieds-droits plus hauts [2].

Dans le second cas, il doit suffire de leur donner assez de largeur pour qu'elles puissent soutenir le poids de chaque demi-voûte qui est élevée de part et d'autre de ces piles. Je vais présentement faire connoître que l'on n'est point dans l'usage de donner et que l'on ne doit point donner aux piles la même épaisseur qu'aux culées; après quoi je proposerai de réduire encore l'épaisseur que l'on donne ordinairement à ces piles.

Les personnes qui n'auroient point d'égard à l'économie des matériaux, pourroient préférer les piles les plus épaisses comme plus solides: mais ce seroit encore une erreur, parcequ'en rétrécissant le cours naturel des rivieres on en augmente la vîtesse, qui seule peut faire perdre la solidité que l'on se seroit proposé de donner aux ponts, à cause des affouillements qui se feroient au pied des piles. C'est un défaut que l'on a reproché à plusieurs ponts, et auquel on a eu lieu d'attribuer leur chûte, comme je le ferai aussi connoître dans ce mémoire.

(1) Lu à la rentrée publique de l'académie royale des sciences, le 12 novembre 1777.

(2) On nomme pieds-droits les parties qui sont élevées à-plomb depuis le dessus de la derniere retraite des fondations jusqu'à la naissance des voûtes.

Les meilleurs constructeurs, et ceux qui ont fait les plus grands ponts, tant en France qu'ailleurs, n'ont point donné, à beaucoup près, aux piles la même épaisseur qu'aux culées, et ils paroissent avoir eu pour cela de bonnes raisons, qu'il est aussi nécessaire de faire connoître.

Dans le nombre des piles les plus fortes qui aient été faites pour soutenir de grandes arches, je puis citer les deux du pont de Mantes, qui ont été fondées par feu M. Hupeau, pour lors premier ingénieur des ponts et chaussées: elles ont 24 pieds d'épaisseur, pour porter des voûtes de 120 pieds d'ouverture d'un côté et de 108 pieds de l'autre, dont les montées sont de 35 et de 33 pieds: cependant j'ai reconnu, en achevant de faire construire ce pont après la mort de M. Hupeau, que cette épaisseur étoit encore insuffisante pour que ces piles pussent tenir lieu de culée.

La pile qui est située du côté du fauxbourg de Limay, a été repoussée d'environ 4 pouces, lorsqu'on finissoit de poser les voussoirs de l'arche collatérale, avant même qu'elle fût chargée de la maçonnerie des reins, ce qui m'obligea de suspendre le travail de cette arche et de porter tous les ouvriers à celle du milieu du pont, afin d'en contre-butter la poussée; et pour soutenir séparément ces voûtes, l'on auroit été obligé de donner environ 30 pieds d'épaisseur aux piles.

Au nouveau pont d'Orléans, dont les arches surbaisssées du tiers ont depuis 92 jusqu'à 100 pieds d'ouverture, les piles n'ont que 17 et 18 pieds d'épaisseur, au lieu de 23 et 25 qu'elles devroient avoir pour résister séparément à la poussée des voûtes, suivant le calcul qui en a été fait, d'après la formule de M. de la Hire (1), par M. de Montigny, de cette académie, et cela seulement pour le cas de l'équilibre.

Les piles qui soutiennent les treize arches du pont de Moulins, celles des douze arches du nouveau pont de Saumur, et celles de l'arche du milieu du pont de Cher, toutes de 60 pieds d'ouverture, surbaissées du tiers, n'ont que 12 pieds d'épaisseur, et cette épaisseur a été également reconnue, pendant la construction de ces ponts, être insuffisante pour servir de culées.

Les grandes arches des anciens ponts de la Voulte et de la Bajasse sur l'Allier, chacune de 84 pieds d'ouverture, et surbaissées de près d'un tiers, n'ont également que 12 pieds d'épaisseur à leurs piles.

On trouve aussi, en différents pays de l'Europe, de pareils exemples à citer. Les piles qui soutiennent les arches du milieu du pont de Westminster sur la Tamise, et de Blacfreyars que l'on vient de construire à Londres, l'une de 72 pieds, l'autre de 92 pieds, n'ont que 16 et 18 pieds d'épaisseur.

Il nous reste encore des ponts et des aqueducs des Romains, dont les piles ont, à proportion de l'ouverture des arches qu'elles soutiennent, encore moins d'épaisseur que celles dont je viens de parler.

Aux deux ponts antiques de Vicence, chacun de trois arches faites en portion d'arc de cercle, dont celles du milieu ont 29 et 30 pieds d'ouverture, les piles n'ont que 5 pieds, faisant le double de la longueur de la coupe de leurs voussoirs.

On voit à Padoue quatre autres ponts antiques qui sont pareils aux précédents.

Au pont-aqueduc du Gard, les piles n'ont que 13 pieds pour soutenir un double rang de six et huit grandes arcades en plein cintre, placées l'une sur l'autre, qui ont depuis 48 jusqu'à 78 pieds d'ouverture, et qui sont surmontées par un rang de petites arcades qui étoient destinées pour conduire l'eau sur la traverse de la vallée, du sommet d'une montagne à l'autre.

On n'ignore pas qu'à d'autres ponts faits par les Romains, tels que ceux de Rimini, de Salamanque, d'Alcantara, et le fameux pont construit sur le Danube par Trajan, les piles étoient beaucoup plus fortes, et qu'elles avoient pour épaisseur près du tiers de l'ouverture des arches qu'elles soutenoient: mais, suivant Nicolas Bergier (2), ces piles avoient, aux trois derniers ponts, 150 et 200 pieds de hauteur de pieds-droits. D'ailleurs il suffit, pour ce que je me propose d'établir par le présent mémoire, de faire connoître que les Romains, ainsi que d'autres nations, ont aussi fait des ponts durables, quoique les piles fussent encore moins épaisses, à proportion de l'ouverture des arches, que celles des plus grands ponts qui ont été construits en France et ailleurs.

Les ingénieurs et architectes qui ont fait les grands ponts et les aqueducs dont je viens de parler, n'ont point donné aux piles toute l'épaisseur qu'elles devroient avoir pour servir de culées, et cela vraisemblablement pour les raisons que j'ai alléguées précédemment, et principalement aussi parcequ'ils n'ont pas dû penser qu'il fût possible qu'une pile qui est établie sur un fond solide, lorsqu'elle est d'ailleurs construite avec de bons matériaux, puisse être subitement détruite en entier, étant au surplus toujours facile de réparer les dégradations qui peuvent y arriver successivement.

On pourroit objecter qu'indépendamment des dégradations successives dont je viens de parler, il pourroit se faire qu'une pile vînt à s'affaisser sur ses fondations: j'en connois effectivement trois exemples, savoir au pont de Westminster, au pont d'Orléans, et récemment à celui de Tours, ce qui a exigé de reconstruire deux arches au premier et au dernier de ces ponts; mais on aura moins lieu de craindre cet événement extraordinaire lorsque les

(1) On trouve la formule dans les mémoires de l'académie des sciences, année 1712.
(2) Tome II, page 288 et suivantes.

piles seront moins épaisses et qu'elles auront été établies, comme je le propose, sur de grands empatements qui distribueront la charge, déja moins forte, sur une plus grande surface de terrain.

L'on peut d'ailleurs remédier à cet affaissement, sans que cela intéresse la solidité des voûtes qui sont appuyées sur les autres piles, parceque ces voûtes suivent pour lors d'un côté l'affaissement de la pile, en prenant la figure d'un arc rampant, et qu'elles continuent à contre-butter les autres arches; ce qui donne le temps de prendre les précautions convenables pour les reconstruire avec sûreté quand elles ont besoin de l'être.

Ce ne sont pas les piles des ponts seulement que l'on a fait moins épaisses que leurs culées ou buttées, on en a usé de même pour d'autres monuments dont la chûte pourroit également être entraînée par la ruine entiere et subite de quelques unes des parties qui les soutiennent.

Les piliers des églises gothiques, les colonnes qui en tiennent lieu dans les églises antiques et modernes, les colonnades, telles que celles de la place Saint-Pierre de Rome et du Louvre à Paris, tous ces monuments s'écrouleroient nécessairement en grande partie, si un seul des petits piliers, ou l'une des colonnes, venoit à tomber; mais cela est regardé comme impossible : et en effet, depuis nombre de siecles que plusieurs de ces édifices sont construits, on n'a pas appris qu'aucun d'entre eux soit tombé par cette cause, non plus que les ponts dont les piles, quoique beaucoup plus fortes, à cause de leur destination, le sont cependant encore moins que si elles devoient servir de culées.

On pourroit néanmoins remarquer au pont de Blois, construit sur les dessins de feu M. Gabriel, premier architecte du roi et premier ingénieur des ponts et chaussées, qu'il a été fait une exception à l'usage dont je viens de citer des exemples.

Les piles d'entre les quatrieme et cinquieme arches, d'après les culées de ce pont, ont chacune 21 pieds d'épaisseur, pour soutenir des arches de 66 et 72 pieds d'ouverture; ce qui divise le pont en trois parties, dont celle du milieu est composée de trois arches, et les deux autres chacune de quatre : mais M. Gabriel, ayant vraisemblablement voulu éviter l'inconvénient essentiel de trop rétrécir le cours de la riviere, n'a donné que 15 pieds d'épaisseur aux huit autres piles, quoique deux d'entre elles soutiennent l'arche du milieu, qui a 82 pieds d'ouverture.

Je crois qu'il seroit également prudent de placer aux ponts à faire sur les rivieres les plus larges, de fortes piles, qui, dans le besoin, pussent servir de culées, en les espaçant aussi à la distance de trois et quatre arches l'une de l'autre; ce qui donneroit d'ailleurs la facilité de faire ces grands ponts en différentes parties successivement, dont chacune pourroit être considérée comme un pont entier qui auroit ses culées : mais on doit toujours éviter de trop rétrécir le lit des rivieres, en y établissant de ces fortes piles sans nécessité.

On pourroit citer plusieurs exemples du dommage qui est résulté de ce défaut d'attention aux ponts les mieux construits : je me contenterai d'en rapporter un qui est très notable.

Au pont de trois arches, de 105 et 138 pieds d'ouverture, fait sur l'Allier à Moulins, d'après les dessins d'Hardouin Mansard, et reconstruit depuis par feu M. de Regemorte le cadet, les piles avoient trente-deux pieds d'épaisseur, et pouvoient servir de culées du moins pour les arches collatérales. Ce pont est cependant tombé en 1710, immédiatement après sa construction entiere; ce qui a été attribué au rétrécissement que la masse de ces piles a fait dans le lit de la riviere, qui coule d'ailleurs sur un sable fin, que l'eau fouille et emporte aisément lors des crûes.

Ce n'est donc pas encore tant de la grande épaisseur des piles que doit dépendre la solidité des ponts, que de l'attention que l'on doit avoir pour les bien fonder et avec de grands empatements, sur-tout quand on trouve convenable de leur donner peu d'épaisseur à leur nu.

Il résulte de ce que je viens de dire, qu'à l'imitation de ce qui a été pratiqué aux plus grands ponts antiques et modernes, l'on doit renoncer à donner aux piles toute l'épaisseur qu'elles devroient avoir pour servir de culées : mais ne conviendroit-il pas de leur donner encore moins d'épaisseur que l'on n'a fait jusqu'à présent, puisqu'il doit suffire pour lors de les mettre en état de porter, avec une certaine supériorité, le poids dont elles doivent être chargées? En ce cas, on épargneroit de la maçonnerie inutile, et on donneroit plus de passage au cours de l'eau : c'est ce qu'il est à propos d'examiner.

On sait que les voussoirs les plus comprimés sont ceux de la partie supérieure des voûtes, sur-tout dans celles qui sont les plus surbaissées. On est dans l'usage de leur donner en longueur de coupe, pour les grandes arches qui sont surbaissées du tiers, la vingt-quatrieme partie de leur diametre [1]; mais comme une pile soutient deux demi-voûtes, on a cru en conséquence devoir leur donner au moins pour épaisseur le double de cette longueur de coupe, et de lui ajouter, pour plus de solidité, le tiers ou le quart de cette épaisseur.

Si l'on vouloit s'en rapporter aux expériences sur la résistance de la pierre, qui ont été faites depuis quelques années, on trouveroit que l'épaisseur que je viens de proposer est encore beaucoup trop grande, sur-tout lorsque la

(1) Il convient de donner aux voussoirs des clefs des petites arches un pied de coupe de plus que ce vingt-quatrieme, et la diminuer ensuite à raison d'une ligne pour chaque pied d'ouverture des arches, en sorte que cette coupe se trouve réduite à 27 et à 42 pouces pour des arches de 36 et 72 pieds. On peut donner un peu moins de longueur de coupe à ces voussoirs, lorsque les voûtes sont en plein cintre.

pierre est dure, pour résister au poids dont les piles doivent être chargées (1); mais comme on doit donner beaucoup de solidité à de pareils ouvrages, il paroît convenable de s'en tenir à ce qui vient d'être dit au dernier article.

Lorsqu'il a été question de construire le nouveau pont de pierre de Neuilli, j'ai beaucoup réfléchi au parti que je devois prendre; soit de donner aux piles une épaisseur proportionnée à celle qu'elles ont le plus ordinairement aux autres ponts, ce qui auroit exigé des piles de 27 pieds pour soutenir des arches de 120 pieds, surbaissées au quart; soit de réduire de beaucoup leur épaisseur, comme on vient de voir que cela pouvoit avoir lieu. J'avois reconnu, par le moyen des sondes, que le pont seroit fondé sur le tuf le plus dur, et j'avois aussi considéré que les matériaux que l'on y emploieroit étoient de la meilleure qualité : je n'ai point dès lors hésité de réduire l'épaisseur de ces piles à 13 pieds à leur nu, en leur donnant de grands empatements, par retraite de 2 pieds sur chacune des trois assises de la fondation. Cette épaisseur de 13 pieds excédoit de 3 pieds celle qu'auroit donnée le double de la longueur des voussoirs des clefs; ce que j'ai proposé précédemment comme la moindre épaisseur à donner aux piles, ainsi qu'on l'a pratiqué aux ponts antiques de Vicence que j'ai cités ci-devant.

Les quatre piles de ce pont ont ensemble 56 pieds de moins d'épaisseur que si je leur avois donné 27 pieds; ce qui auroit rétréci d'autant le lit de la riviere, augmenté l'affouillement au pied des piles, et un peu augmenté aussi la hauteur de la cataracte ou refluement d'eau dans la partie supérieure du pont, et rendu la navigation plus difficile en remontant.

On pourroit croire qu'il seroit facile de prévenir les inconvénients dont je viens de parler, en élargissant le lit de la riviere au droit des culées du pont, de tout ce dont on la rétréciroit par l'excédant de l'épaisseur des piles: mais cela ne remédieroit à rien, parceque cet élargissement se trouvant en dehors du cours naturel de la riviere, l'eau y auroit nécessairement moins de vitesse, les sables et sédiments terreux s'y déposeroient et formeroient un atterrissement qui ne tarderoit pas à retablir ce lit dans son premier état.

Il paroît résulter de ce que je viens de dire, que non seulement on ne doit point donner aux piles toute l'épaisseur qui seroit nécessaire pour qu'elles pussent tenir lieu de culées, mais encore que l'on pourroit leur en donner beaucoup moins que celle du cinquieme de l'ouverture des arches, qui est la plus généralement adoptée, excepté cependant dans les cas semblables à celui du pont de Blois que j'ai cité.

SECONDE PARTIE.

Les voûtes des ponts sont ordinairement faites en demi-cercle, en demi-ellipse ou de forme ovale, en arc d'ogive, et enfin en portion d'arc de cercle.

Toutes ces courbures, lorsqu'elles prennent leur naissance à la hauteur des basses eaux, ou peu au-dessus, comme cela est d'usage, ont l'inconvénient de diminuer le passage de l'eau, et cela d'autant plus qu'elle s'éleve davantage; en sorte qu'en supposant que l'eau soit montée jusqu'à la clef, ce passage se trouveroit rétréci à peu-près des trois quatorziemes pour les voûtes en demi-cercle et en demi-ellipse, qui auroient leur naissance aux plus basses eaux.

Il suit de cette observation, que quatre arches qui n'auroient pas le même inconvénient de rétrécir le passage de l'eau, tiendroient lieu de cinq autres arches de même ouverture et hauteur, dont les voûtes seroient faites en demi-cercle ou en demi-ellipse; ce qui épargneroit un cinquieme de la dépense, pour cette considération seulement, indépendamment de l'économie et du débouché plus facile qui doivent résulter de la réduction de l'épaisseur des piles.

Les voûtes en arc d'ogive, et celles qui seroient seulement terminées par de tels arcs, comme au vieux pont de Londres, à hauteurs égales, rétrécissent encore plus le passage de l'eau: d'ailleurs la forme n'en est pas agréable.

Les voûtes des plus anciens ponts ont été faites en demi-cercle, et quelquefois aussi en grandes portions d'arc de cercle, telles qu'aux ponts antiques de Vicence et de Padoue que j'ai cités dans la premiere partie de ce mémoire, et à un autre pont fait à Vicence, ainsi qu'à celui de Rialto, chacun d'une arche de 90 pieds d'ouverture : les naissances de presque toutes ces arches étant établies près la hauteur des basses eaux, elles ont le défaut des voûtes en plein cintre, et ce défaut augmente même à proportion que la fleche de l'arc devient plus courte.

On remédiera à l'inconvénient que je viens de reprocher à cette courbure faite en portion d'arc de cercle, si l'on fait partir ses naissances à la hauteur des plus grandes eaux, ou peu au-dessous, comme on l'a fait au pont aux

(1) On a conclu, d'après les expériences qui ont été faites chez M. Soufflot, où il m'avoit invité de me trouver, et que j'ai répétées depuis chez moi, que pour écraser un pied quarré de la pierre de Saillancourt, que j'ai employée au pont de Neuilli, laquelle pese cent cinquante-deux livres le pied cube, il faudroit la charger d'un poids de deux cents quarante mille livres, ou d'une colonne de même base de 1580 pieds de hauteur de la même pierre : mais j'ai reconnu, par le calcul que j'en ai fait, que la même surface d'un pied des piles du nouveau pont de Neuilli n'étoit chargée, à la hauteur de la naissance des arches, que d'un poids d'environ vingt mille liv., ou d'une colonne de 121 pieds; en sorte que chaque pile se trouve encore douze fois plus forte qu'il n'est nécessaire pour supporter le poids dont elle est chargée.

orfevres à Florence, de trois arches, qui ont chacune 90 pieds d'ouverture, ainsi qu'aux ponts de Valence en Espagne [1], et de Nuremberg.

L'habitude où l'on est de rendre les courbures des arches tangentes aux pieds-droits des piles et des culées des ponts, et les études que plusieurs ingénieurs et mathématiciens ont faites, sur-tout depuis quelque temps, pour rendre ces courbures plus agréables et plus faciles à décrire [2], ne doivent point empêcher, dans plusieurs circonstances, de faire les voûtes en portion d'arc de cercle, comme on l'a déja pratiqué aux ponts antiques et modernes que j'ai cités, mais en observant d'élever leur naissance à la hauteur des plus grandes eaux, puisque ces arches doivent donner dans tous les temps un passage égal et plus libre au cours de l'eau : c'est la chose la plus essentielle que l'on doive desirer dans un pont, et pour laquelle on ne doit point hésiter de sacrifier ce qui peut dépendre du seul agrément de la courbure; il est d'ailleurs facile d'interrompre, par une imposte, comme dans des cas semblables on l'a fait à plusieurs ponts antiques, l'espece de difformité que l'on peut reprocher à l'angle mixtiligne que fait cette courbure en portion d'arc de cercle avec le plan vertical du parement des piles et des culées. J'ajouterai que quand l'élévation des berges de la riviere le permettra, on pourra employer une courbure elliptique, comme on l'a fait au pont de la Trinité à Florence, ou telle autre que l'on trouvera convenable, en faisant toujours partir leur naissance à-peu-près de la hauteur des grandes eaux.

Feu M. Trudaine fils a adopté le genre de construction des voûtes terminées en portion d'arc de cercle pour un pont de trois arches, chacune de 90 pieds d'ouverture, que l'on fait à Saumur, au lieu dit *les Ponts-Fouchard;* pour un autre pont, aussi de trois arches, chacune de 72 pieds, que je fais construire sur la riviere d'Oise à Pont-Sainte-Maixence; lesquelles arches doivent être portées sur des piliers circulaires de 9 pieds de diametre, en forme de colonnes grouppées, formant un entre-colonnement ou vuide entre elles, tant au milieu des piles que des culées. On vient aussi de construire un pont de ce genre à Pesme en Franche-Comté.

Je crois avoir fait connoître, dans la premiere partie de ce mémoire, combien il est convenable de ne donner aux piles que l'épaisseur qui leur est nécessaire pour porter les voûtes des ponts, en leur laissant cependant encore assez de supériorité de résistance, ainsi que je l'ai pratiqué au pont de Neuilli. J'ai exposé dans la deuxieme partie l'avantage que l'on peut retirer en faisant les voûtes en portions d'arc de cercle, dont les naissances seroient établies à la hauteur des plus grandes eaux, et auquel on en peut ajouter un autre essentiel, qui est de faciliter le passage des chevaux de halage sous le pont; ce que j'ai eu principalement en vue dans les projets du pont de Pont-Sainte-Maixence, que l'on construit, et dans celui à faire vis-à-vis la place de Louis XV. Il doit résulter du tout le double avantage de diminuer la masse de la maçonnerie, ainsi que la dépense des ponts, et de donner plus de passage au cours de l'eau, comme je me le suis proposé.

Malgré ces avantages, je ne crois cependant pas que l'on doive adopter ce genre de construction pour tous les ponts indistinctement.

Les ingénieurs intelligents qui sont chargés de projetter de pareils travaux, doivent examiner sur le local même les endroits qui leur paroîtront les plus propres pour y établir ces sortes de ponts : mais, en cas de difficulté, ils doivent s'en tenir à la méthode qui est la plus usitée.

Je terminerai ce mémoire par faire remarquer que les grands ponts étant, ainsi que les édifices d'un autre genre, des monuments qui peuvent servir à faire connoître la magnificence et le génie d'une nation, on ne sauroit trop s'occuper des moyens d'en perfectionner l'architecture, qui peut d'ailleurs être susceptible de variété, en conservant toujours, dans les formes et la décoration, le caractere de solidité qui lui est propre.

MÉMOIRE

Sur l'éboulement qui arrive quelquefois à des portions de montagnes et autres terrains élevés, et sur les moyens de prévenir ces éboulements et de s'en garantir dans plusieurs circonstances.

On voit quelquefois des terrains assez considérables se détacher des montagnes et descendre dans la plaine, en ravageant et emportant tout ce qui se rencontre sur leur passage. Tel est, par exemple, l'accident arrivé en 1733, à Pardines, près Issoire en Auvergne : le terrain, sur environ quatre cents toises de longueur et trois cents de largeur,

(1) On a construit à Valence quatre ponts semblables de dix arches, chacune de 40 pieds d'ouverture, faites en portion d'arc de cercle sur un rayon de 50 pieds : les naissances sont élevées à 7 pieds au-dessus des basses eaux, et ces ponts sont espacés sur la même riviere à environ 150 toises les uns des autres.

Un cinquieme pont, dont les naissances des voûtes, peu surbaissées, étoient moins élevées qu'aux précédents, a été emporté, au mois de novembre 1776, par une crue d'eau de la même riviere, qui a surmonté les cinq ponts sans avoir endommagé les voûtes, qui étoient faites en portion d'arc de cercle, dont les naissances étoient les plus élevées; ce qui paroît devoir être attribué au rétrécissement du passage de l'eau, lequel devoit être, comme je l'ai dit ci-devant, d'environ un cinquieme.

(2) MM. Meunier, Calet, Chézy et Soyer.

descendit sur une prairie assez éloignée, avec les maisons, les arbres, et ce qui étoit dessus; tout fut culbuté et mis dans une espece de chaos : une partie de vigne assez considérable s'est cependant conservée en état d'être exploitée utilement pour le propriétaire du terrain sur lequel elle étoit descendue, et il a continué d'en jouir depuis ce temps.

Des montagnes entieres peuvent aussi quelquefois s'écrouler, comme cela est arrivé à une montagne fort haute et presque adjacente à celle de Chimboraco, province de Quito, la plus élevée des Cordillieres.

On voit encore des portions considérables de terrains emportés, soit par des réservoirs supérieurs d'eau, dont les digues viennent à se rompre, ou par une fonte subite de neige, telle que celle qui est arrivée, en 1742, sur la montagne ou volcan de Cotopaxi, aussi province de Quito, laquelle renversa cinq à six cents maisons, fit périr environ neuf cents personnes, et entraîna dans sa chûte une grande partie du terrain qu'elle parcourut, la vîtesse des eaux étant prodigieuse, à cause de la hauteur de sept à huit cents toises dont elles étoient descendues.

Des événements de cette nature doivent être attribués à des tremblements de terre, des volcans, ou des causes qui dépendent plus particulièrement de la disposition ou de la qualité du terrain : celles-ci seulement sont plus à portée d'être observées et prévues; il est intéressant d'en faire la recherche pour connoître les terrains qui sont les plus exposés à s'ébouler, afin de n'y pas faire d'édifices publics, ni d'habitations, et pour garantir, s'il y avoit moyen, les ouvrages qui s'y trouveroient établis. C'est cette recherche et celle des glacis que prennent les terres et autres matieres éboulées ou jetées, après avoir été fouillées pour en former des digues, des chemins ou des terrasses élevées, qui font essentiellement l'objet du présent mémoire.

Je vais commencer par exposer quelques observations et expériences qui me serviront à établir ce que j'ai à dire.

La terre, le sable, et les autres matieres semblables, doivent être considérées comme étant contiguës et faisant masse, ce que l'on nomme communément terre vierge, ou bien comme étant divisées, après avoir été fouillées et remuées, ou par quelque autre cause que ce soit.

La terre en masse, les pierres et tous les autres corps ne sauroient rouler ni descendre que leur centre de gravité ne soit mis en mouvement : les plus grandes masses et celles qui sont dures étant aussi les plus difficiles à déplacer, on conçoit qu'une certaine portion de terrain un peu considérable qui aura existé un nombre de siecles dans le même état de repos, y restera toujours, s'il ne survient quelque changement à son état naturel.

Ces changements peuvent arriver dans la masse des corps.

Si l'on vient, par exemple, à charger le sommet d'un terrain qui auroit peu de consistance, et dont le glacis seroit roide, soit en y portant des terres, ou en y élevant des édifices trop pesants, les terres qui pouvoient auparavant se soutenir, seront sollicitées à s'ébouler dans une partie inférieure à cette surcharge, et formeront, après leur chûte et celle de l'édifice, un nouveau glacis qui sera moins roide que le premier.

Si l'on vient à couper, au pied d'un terrain qui est en glacis, une portion de sa masse, la partie supérieure sera aussi sollicitée à descendre, à moins que la force de la cohésion ne la retienne, comme cela arrive assez ordinairement dans les terres vierges d'une certaine consistance, et dans celles qui sont pierreuses ou garnies de racines d'arbres.

Il est aisé de reconnoître ces terrains au coup d'œil, et de juger à-peu-près jusqu'à quel point on pourroit, sans trop risquer, les charger au sommet des glacis ou les fouiller à leur pied.

Il peut arriver du changement dans les parties qui composent une masse de terre.

L'eau, en s'introduisant dans cette masse, peut la diviser et en diminuer la cohésion : pour lors il devra s'en ébouler une portion, le glacis naturel changera et deviendra plus incliné avec l'horizon.

La pesanteur de l'eau qui se sera introduite dans la terre, en chargera aussi la partie supérieure; l'équilibre pourra être rompu, et cette cause se trouvant réunie avec la diminution de la cohésion, il en résultera un plus grand et plus prompt éboulement du terrain.

La terre la plus légere, la plus douce et poreuse, est aussi la plus facile à être pénétrée et atténuée par l'eau; cette sorte de terre s'y met même en quelque sorte en dissolution, pendant que le fluide est en mouvement sur le terrain en pente qu'il parcourt, et sur lequel il fait aussi des ravines souvent profondes et des éboulements plus ou moins considérables.

On connoît en Thiérache, et dans plusieurs autres endroits de la France, de la terre de cette espece; dans les temps secs, elle se rapproche et se raffermit cependant assez considérablement.

Si l'on fouille une terre vierge, les côtés de cette fouille prennent un glacis naturel, qui varie suivant les différentes consistances et cohésions des terres : on en connoît de fortes, telles que la terre à pot, qui se tient à plomb jusqu'à 30 pieds et plus de hauteur; les terres franches et de certains sables gras se tiennent aussi assez verticalement; les terres légeres, les sables fins et secs les plus désunis prennent un talut d'environ 30 degrés avec l'horizon.

La terre qui a été anciennement fouillée a moins de cohésion que la terre vierge, et celle qui est nouvellement remuée en a encore moins; étant jettée à terre coulante, elle prend différents taluts ou glacis, lesquels paroissent avoir quelques rapports avec le premier état de consistance de ces terres.

La terre la plus forte, par exemple, prend, d'après l'examen que j'en ai fait, un talut de 35 à 36 degrés avec l'horizon, au lieu de 45 degrés que beaucoup de personnes sont dans l'usage de lui attribuer; la terre plus légere et le sable prennent (comme les terres vierges de la moindre consistance qui ont été fouillées et qui s'éboulent) un glacis d'environ 30 degrés; les autres terres à proportion. La plus grande différence de l'angle n'est que de 6 degrés pour les terres et les sables remués; on en excepte cependant les terres glaises humectées, lesquelles se placent sur un plus petit angle qui se réduit quelquefois à 18 degrés, et même encore moins.

Du gros gravier, des cailloux ou des pierres cassées, forment un angle de 40 jusqu'à 45 degrés au plus.

Tous ces angles ont été mesurés au sommet des terrains rapportés, ou qui se sont éboulés, leurs glacis pouvant être considérés dans cette partie comme étant en ligne droite, ce qui arrive effectivement quand le glacis a peu de hauteur, et qu'il est fait de sable ou terre légere; mais j'ai reconnu que, dans les cas contraires, les glacis se forment une courbure qui est occasionnée par l'accélération que les corps qui sont dans une certaine figure et grosseur, acquierent en roulant : la corde de cette courbure peut former, avec l'horizon, un angle d'environ 2 degrés de moins que ceux qui sont indiqués ci-devant; ce qui peut cependant encore varier, suivant les différentes hauteurs des levées et la nature des terrains. Je vais rapporter un exemple très sensible de cette courbure.

La vallée des bois de haie, au-delà de Toul, route de Paris à Nancy, a été comblée principalement avec des roches et pierres cassées sur 142 pieds de hauteur, pour y faire passer le nouveau chemin; cet ouvrage, qui est très considérable, seroit vraiment digne des Romains. J'y ai reconnu que le glacis forme une courbure très sensible, dont la plus grande fleche ou abscisse, mesurée perpendiculairement à la courbure du glacis, se trouve vers les deux tiers à compter du sommet du chemin; cette fleche a 16 pieds 8 pouces de longueur : il ne paroît pas que l'on ait jusqu'à présent fait attention à cette courbure que forme le glacis des grands remblais [1].

L'angle et la courbure du glacis des remblais sont importants à connoître pour le toisé de ces remblais. Un ingénieur qui auroit un pont à faire construire sous un chemin élevé, devroit aussi y avoir égard pour déterminer la longueur de ce pont; faute de cette attention, il est souvent arrivé que l'on a fait les ponts trop courts, d'autant plus que le chemin étoit plus élevé.

Indépendamment des angles et de la courbure que prennent les différents terrains qui s'éboulent, ou que l'on porte en remblai, je dois aussi, pour le but que je me propose, examiner l'inclinaison des plans sur lesquels les grosses masses de terrain peuvent commencer à se mettre en mouvement.

J'ai reconnu, par l'expérience, que si l'on pose des pierres taillées de différents poids et grosseurs, et successivement, sur une piece de bois qui soit seulement sciée sans avoir été rabotée, ces pierres ne commencent à glisser que lorsque la piece de bois fait, avec l'horizon, un angle de 39 à 40 degrés.

On sait qu'un corps poli étant posé sur un plan qui le soit aussi, ne commencera à glisser que lorsque ce plan formera, avec l'horizon, un angle de 18 degrés 26 à 27 minutes, et pour lors la hauteur de ce plan sera le tiers de la base; cette inclinaison est communément nommée l'angle des frottements.

L'angle des frottements que l'on vient de citer, a été établi par M. Parent [2] d'après les expériences de M. Amontons, rapportées dans les mémoires de l'académie, année 1699. Ces expériences servent communément encore aujourd'hui de regle aux méchaniciens pour le calcul du frottement des machines; ce qui peut convenir, lorsque l'on n'a à mouvoir que des poids peu considérables, et qui soient proportionnés à la force des ressorts que M. Amontons a employés pour établir ses expériences, ou à des pressions médiocres. Mais s'il étoit question du déplacement de plus grosses masses, telles que celles que j'ai à considérer dans le présent mémoire, l'angle d'inclinaison sur lequel elles pourroient se mettre en mouvement deviendroit beaucoup plus petit que celui de 18 deg. 26 à 27 min. que l'on vient de citer; c'est ce qu'il est intéressant d'examiner pour rectifier à cet égard les idées que nous ont données les expériences de M. Amontons.

Les constructeurs sont dans l'usage de ne donner que depuis 10 jusqu'à 13 lignes d'inclinaison par pied, aux plans sur lesquels les vaisseaux sont construits et portés sur leur quille, que l'on graisse de suif, pour être lancés à la mer. Le vaisseau le Prudent, de 74 canons, et celui de la ville de Paris, de 90 canons, que j'ai vus lors de leur construction à Rochefort, ont été lancés à la mer sur des plans inclinés de 11 et 12 lig. par pied. Plusieurs constructeurs ne donnent que 10 lignes par pied pour les plus gros vaisseaux de guerre, et celui de la ville de Paris auroit vraisemblablement pu être construit sur une pareille inclinaison. A l'égard des frégates et des vaisseaux marchands, on donne 12 à 13 lignes au plus d'inclinaison par pied à ces plans. La moindre inclinaison est donc de 10 lignes, et la plus grande de 13 lignes par pied; ce qui donne 3 degrés 58 minutes pour la plus petite inclinaison, et 5 deg. 9 minutes pour la plus grande, et pour angle moyen 4 degrés 33 minutes et demie, que je nommerai l'angle des frottements pour les grosses masses, afin de le distinguer de celui qui a été calculé par M. Parent.

Il y a lieu de présumer que de plus grosses masses encore, telles que des portions considérables de terrains. pourroient être mises en mouvement sur un plus petit angle, les autres circonstances étant d'ailleurs supposées les mêmes.

(1) Terrain remué et déposé au-dessus du terrain naturel.

(2) Voyez le premier mémoire de M. Parent, inséré dans le recueil de ceux de l'académie, année 1704.

6

L'inclinaison que l'on donne aux plans pour lancer les vaisseaux à la mer réduit le frottement seulement aux douzieme et quinzieme, au lieu du tiers ou à-peu-près de la pesanteur des corps unis, à quoi il a été évalué par M. Amontons, quelle que fût d'ailleurs leur masse et la superficie de leur base; on suppose au surplus que ces bases sont planes et graissées : ce frottement pourra être encore plus petit pour de plus fortes masses, comme je viens de l'expliquer.

M. Bouguer, dans son traité du navire, page 74, dit que l'on donne souvent 6 lignes d'inclinaison sur chaque pied de longueur au plan sur lequel on bâtit les navires pour les lancer à la mer, ou deux degrés un tiers. Cet habile académicien aura vraisemblablement été trompé par les personnes qu'il aura consultées à ce sujet; car, suivant les connoissances que j'ai prises avec soin sur différents ports de mer, il est constant que l'on ne doit pas donner moins de 10 lignes par pied à ces plans, et que le vaisseau qui auroit été construit sur un plan dont l'angle avec l'horizon seroit plus petit, courroit risque de ne pouvoir pas être lancé à la mer.

Dans l'application que je dois faire des expériences et des observations précédentes aux masses de terrains qui pourroient se déplacer, on doit avoir égard à l'irrégularité et à la grandeur (1) des surfaces planes des corps qui les soutiennent, et dont elles viendroient à se détacher, ainsi qu'au plus ou moins d'aspérité des corps; ce qui doit augmenter l'inclinaison du plan et peut-être le rapprocher de celui de 39 à 40 degrés rapporté ci-devant dans l'expérience que j'ai faite avec la pierre qu'on fait glisser sur le bois.

Je vais présentement examiner les autres circonstances essentielles, dans lesquelles les terrains montueux sont exposés à s'ébouler par les causes les plus ordinaires ou par le travail des hommes.

Si, dans la tranchée ou coupure à faire dans une montagne pour l'établissement d'une maison ou d'un chemin, il se trouve un banc de sable fin ou de terre glaise d'une certaine hauteur, ce sable pourra s'ébouler, la terre glaise se gercera et se fendra en tout sens en se séchant vers la partie entamée qui se trouvera exposée à l'air; elle tombera successivement par morceaux, et le terrain supérieur, n'étant plus porté, s'éboulera nécessairement sans qu'il soit possible de l'empêcher, ni même d'achever l'ouvrage qui aura été commencé, si l'on tarde trop d'y remédier.

S'il ne s'y trouvoit que du sable fin, il suffiroit de couper les glacis sur un angle de 30 degrés : mais la glaise étant une fois éventée, c'est-à-dire exposée à l'air, il sera nécessaire de la masquer avant qu'elle ait eu le temps de trop se gercer dans la partie qui aura été entamée : pour cet effet, un mur construit en moellon et mortier (le mortier ne fût-il même que de terre) pourra suffire; il préviendra la chûte des terres supérieures, n'étant question pour cela que d'empêcher la glaise de se sécher à l'air.

L'épaisseur réduite de ce mur pourra être fixée à moitié de sa hauteur, non compris celle de sa fondation; il conviendra de donner à ce mur un talut de 6 pouces par pied de hauteur.

Si le banc de glaise se trouvoit trop élevé au-dessus du chemin, comme de 30 à 40 pieds, et qu'il fût d'une hauteur et qualité à faire craindre la chûte d'un terrain supérieur trop considérable, la construction du mur que je propose pourroit devenir de trop grande conséquence et difficulté dans l'exécution, à moins que le terrain qui seroit situé peu au-dessous de cette glaise, ne fût rocheux ou assez ferme pour y établir le mur mentionné ci-devant : ce mur pourroit dans ce cas être élevé à-plomb en dedans; il conviendroit de lui donner à son parement extérieur un talut égal au glacis des terres.

Le banc de glaise, sans avoir été entamé, pourroit être incliné suffisamment, pour que le terrain du dessus, n'étant plus retenu par celui que l'on auroit enlevé, soit pour y établir un chemin, ou pour un autre motif, vînt à glisser; et cela pourroit même arriver avec un peu d'inclinaison, parceque la surface des bancs de glaise est ordinairement assez plane et unie : rien ne pourra dans ce cas empêcher les grandes masses de descendre, il faudra abandonner les ouvrages qui auront été commencés, et les changer d'emplacement.

Cette considération doit engager un ingénieur qui a de pareilles tranchées à faire dans les montagnes, à commencer par connoître le terrain avant de décider, sans retour, l'emplacement de ces ouvrages, sur-tout lorsqu'il y aura lieu de penser qu'il pourroit s'y trouver de la glaise; pour cet effet il doit faire faire des sondes et trous de tariere, ou des puits dans les endroits que l'on ne pourroit connoître autrement, et ce jusqu'à la profondeur à laquelle les fouilles doivent être faites, dans l'emplacement qu'il aura premièrement choisi.

Par ce moyen, on connoîtra les différents bancs de terres, sables ou glaise, qui se trouveront dans l'étendue des fouilles à faire, ainsi que leurs inclinaisons ou qualités; si l'on a lieu pour lors d'appréhender les inconvénients mentionnés ci-devant, il ne faudra pas hésiter à chercher un emplacement plus convenable, et ce travail préliminaire épargnera les frais d'une entreprise qui pourroit quelquefois devenir trop difficile, et même impossible à exécuter.

S'il est intéressant d'examiner le terrain que l'on auroit à fouiller pour la construction d'un édifice ou d'un chemin dans les endroits montueux, il ne l'est pas moins de bien choisir le lieu de l'emplacement lors même que l'on n'auroit point de fouille à y faire.

(1) On voit, par les mémoires de l'académie de 1703, page 105, et par les expériences de M. l'abbé Nollet, tome 1, page 235, que, contre l'opinion qu'avoit M. Amontons, on doit, dans le calcul des frottements, avoir égard à l'étendue, l'irrégularité et l'aspérité des corps.

On doit éviter, par exemple, la proximité d'un terrain ou d'un rocher escarpé qui seroit exposé à s'écrouler, et aussi les endroits qui seroient sujets aux fontes de neiges et lavages.

On a été obligé, il y a environ quinze ans, de porter, sur la droite du Drac, en remontant, un chemin qui avoit été établi anciennement au côté opposé, près le village de Lesdiguieres en Dauphiné, au pied d'une montagne nommée Roche-Molle, de 6 à 700 pieds de hauteur, presque perpendiculaire. Les pierres qui se sont détachées successivement du rocher, ont formé, jusqu'au Drac, un glacis qui peut, avec l'horizon, faire un angle de 30 degrés vers le bas du glacis, à cause d'une courbe concave considérable que prend ce glacis par la grande hauteur de la chûte des pierres. La nature du roc est calcaire; il se divise aisément dans sa chûte, étant plein de fils et de parties terreuses : le volume de la partie de ce rocher, qui paroît actuellement menacer de se détacher, à en juger par les crevasses qui se trouvent à son sommet, a été évalué à un million de toises cubes; et si cette partie vient à tomber dans le Drac, comme il y a lieu de l'appréhender, elle pourra former un lac dans cet endroit.

En pareilles circonstances on n'a pas d'autre parti à prendre que d'éloigner les édifices et les chemins de ces sortes d'endroits, lorsqu'il est question de les construire, et on doit les transporter ailleurs (comme on l'a fait pour celui mentionné ci-devant) quand on n'a pas bien su choisir leur premier emplacement.

Lorsqu'on aura une habitation établie proche des endroits trop escarpés, ou des terrains de mauvaise consistance, la prudence exigera que l'on examine de temps à autre s'il ne se formeroit point de crevasses dans les parties supérieures : elles doivent servir d'avertissement et de marques souvent prochaines des écroulements de rochers et portions de terrains dont on se trouveroit menacé, sur-tout lorsqu'il peut s'introduire dans ces crevasses de l'eau, que, par précaution, on fera bien de tâcher d'en détourner aussitôt.

Il ne seroit pas toujours nécessaire que le terrain eût été fouillé, pour que la descente de celui qui seroit supérieur à la glaise pût avoir lieu : s'il survenoit de l'eau dans le banc de glaise, l'équilibre pourroit être rompu par la diminution du frottement qui auroit retenu avant ce temps le terrain supérieur, et il pourroit glisser sur cette glaise.

C'est à pareille cause que je crois devoir attribuer les fractions qui se sont faites en 1758 aux maisons des ouvriers de la machine de Marli, dans une portion de la butte qui se trouve située immédiatement au-delà de cette machine, du côté de Saint-Germain. Cette partie de terrain commençoit à se fendre et à prendre un peu de mouvement vers la riviere, ainsi que la partie de la grande route de Saint-Germain, qui se trouve établie au pied de cette butte, et on eut lieu de concevoir les plus grandes inquiétudes. Par la visite et les sondes que M. Gabriel, premier architecte du roi, feu M. Hupeau, premier ingénieur des ponts et chaussées, mon prédécesseur, et moi, avons faites de ce terrain, on a reconnu qu'il s'y trouvoit, à peu de profondeur, un banc de glaise incliné; on s'apperçut aussi que l'eau qui s'étoit échappée des tuyaux de la machine dans la partie supérieure, étoit descendue jusqu'au banc de glaise : on a travaillé aussitôt à empêcher que l'eau de la perte de ces tuyaux n'arrivât jusqu'au banc de terre glaise, et depuis ce temps on n'a plus remarqué qu'il se soit fait aucun mouvement dans ce terrain.

Il est arrivé en 1765 pareille chose à Croix-Fontaine; une partie du terrain qui se trouve situé à mi-côte avant d'arriver au château, s'entr'ouvrit en nombre d'endroits et s'éboula successivement par partie; le mur de terrasse, qui retenoit ces terres, fut renversé, et on fut obligé de transporter plus loin le chemin, qui étoit établi le long de ce mur. Feu M. de Parcieux et moi, nous fûmes visiter ce terrain : nous reconnûmes qu'il étoit porté sur un banc de glaise incliné; et nous pensâmes que la perte qui se faisoit de l'eau d'un bassin supérieur, pouvoit être la cause de cet événement. D'après notre avis, on fit supprimer ce bassin et construire des perrés, ou petits aqueducs, sur le banc de glaise dans la partie supérieure du terrain qui s'étoit éboulée, pour recevoir et détourner les eaux de pluies qui pourroient encore arriver sur cette glaise : depuis ce temps les terres se sont entièrement fixées, ce qui nous a confirmé dans l'opinion que nous avons eue à ce sujet.

Un rocher suffisamment uni, et qui seroit incliné, pourroit aussi occasionner, comme le feroit un banc de glaise, la descente d'un terrain supérieur.

Il y a douze ans qu'au village de Guet, à 6 lieues de Grenoble, sur la grande route de cette capitale à Briançon, tout le terrain, lequel est en pente, glissa et descendit en un instant vers le Drac, qui en est éloigné d'environ un tiers de lieue; la terre se fendit dans ce village, et la partie qui a glissé se trouve de 6, 8 et 10 pieds plus basse qu'elle n'étoit. Tout le terrain, sur une lieue, jusques près le village de Corps, est établi sur un rocher assez uni, ce dont on a pu juger par les parties que les ravines en ont rendu apparentes dans plusieurs endroits. On a aussi reconnu que ce rocher est incliné à l'horizon d'environ 40 degrés, que tout le terrain qui lui est inférieur forme une espece de coin ou prisme triangulaire dont la berge du Drac fait la hauteur, sur 50 à 60 pieds; c'est à cette berge, emportée par le torrent, que doit vraisemblablement être attribué cet événement, joint à ce que l'eau des ravines, qui est descendue jusqu'au rocher, aura pu détremper la partie du terrain qui porte immédiatement dessus, et contribuer, avec l'action de sa pesanteur, à rompre l'équilibre et le faire descendre vers le Drac.

Une aussi grande masse ayant commencé à prendre du mouvement, se trouve ensuite presque en équilibre avec le frottement; et c'est avec raison qu'on appréhende dans le pays que ce terrain ne puisse encore descendre vers le Drac.

Des ouvrages d'art, tels que des digues, des éperons ou épis, qui auroient défendu la berge du Drac, et l'attention d'avoir détourné les eaux supérieures, et empêché qu'elles ne fussent descendues jusqu'au rocher par les parties ravinées, auroient vraisemblablement pu prévenir la descente du terrain.

Au moyen des différentes précautions que je viens d'indiquer, et des moyens qui sont proposés dans le présent mémoire, il paroît que l'on aura fait ce que l'art et la prudence semblent prescrire de plus convenable pour la sûreté des hommes et la conservation des travaux que l'on auroit à construire, ou qui seroient déja établis sur les montagnes et terrains élevés et périlleux.

MÉMOIRE

SUR LES CINTRES DES PONTS.

I. Pour construire les ponts, l'on emploie des cintres de charpente qui soutiennent les voussoirs de chaque voûte jusqu'à ce que les clefs en soient posées, et que les voûtes puissent se maintenir seules.

II. Les cintres sont composés de fermes ou d'assemblages de charpente posés verticalement, lesquels on espace à environ 6 pieds les uns des autres; le dessus en est terminé exactement suivant la courbure que l'on se propose de donner aux voûtes, excepté la différence qui doit résulter de l'espace nécessaire qu'on laisse au-dessus de ces fermes pour placer des couchis ou pieces transversales, et des cales qui sont destinées à recevoir les voussoirs.

III. La situation des pieces qui doivent composer les fermes, leur nombre, les dimensions qu'il est nécessaire de leur donner, pour qu'elles puissent porter solidement les voûtes, et l'assemblage de ces pieces, voilà les quatre objets qu'il est à propos d'examiner séparément, pour être mieux en état de connoître si les fermes que l'on propose auront la simplicité et la force convenables pour leur destination.

SITUATION DES PIECES DES FERMES.

IV. Les pieces de bois peuvent être employées de deux façons pour résister à un effort que l'on voudroit leur faire soutenir.

V. Elles peuvent porter la charge par leurs bouts, soit que les fibres soient dans la direction de la puissance, et pour lors elles opposent toute la résistance dont elles sont capables pour porter, soit que les fibres soient obliques à la direction de la puissance, comme on peut le remarquer aux étaies dont on soutient les poutres dans les bâtiments : ces pieces ont pour lors une moindre force, laquelle est à la précédente comme le cosinus de l'angle que forme la direction de la puissance avec les fibres du bois, est au sinus total [1]; en sorte que cette force est égale à zéro, lorsque ces pieces sont horizontales, dans le cas que l'on vient de citer.

VI. Ces pieces peuvent être chargées de façon que la direction du poids agisse suivant une direction oblique à celle de leurs fibres : si elles sont, par exemple, posées horizontalement sur deux points d'appui placés à leur extrémité, et qu'on les charge d'un poids dans leur milieu, elles opposeront la moindre des résistances dont elles soient capables; cette force augmentera ensuite, à mesure que l'on élevera l'un des points d'appui dans le rapport qu'aura le sinus verse de l'angle formé par la direction de la puissance et des fibres du bois, au sinus total, en sorte qu'il résulteroit que cette force devroit être infinie, lorsque les fibres se trouveront dans la direction de la puissance; et c'est en effet la regle que doit donner la géométrie, où l'on fait abstraction de la compressibilité et des autres causes physiques qui diminuent considérablement la résistance des bois.

VII. Il est donc à propos de placer les fibres du bois dans la direction du poids que l'on veut soutenir, ou de ne les détourner de cette direction que le moins possible, puisque les pieces ont le plus de force dans cette situation.

VIII. Il seroit par conséquent convenable, en suivant ce principe, de placer les principales pieces des cintres suivant les rayons des voûtes qu'ils doivent soutenir. Pour en juger, si, par le centre de gravité F, d'une portion de voûte, telle que l'on voudra $B\,C\,D\,E$ (FIG. 1), on fait passer une ligne verticale et indéterminée $G\,I$, que l'on coupera en I par la perpendiculaire $H\,I$, élevée sur le point H, on passe le cercle $Y\,Z$, formé par le centre de gravité de tous les voussoirs, supposés infiniment petits, qui composent la voûte; qu'on acheve ensuite le parallélogramme $N\,L\,I\,S$, dont le côté $I\,M$ tendra au centre A, et le point N sera pris en un point quelconque de la verticale $I\,G$; la diagonale $I\,N$ exprimera la pesanteur de cette partie de voûte $B\,C\,D\,E$; le côté $I\,L$, l'effort qu'elle fait sur les voussoirs inférieurs $B\,C\,T\,V$; et $I\,S$, la partie qui chargera le cintre suivant la direction du rayon $A\,I$. Il en sera de même pour les autres parties de la voûte.

(1) Essai de physique de Muschembroeck, tome 1, page 360.

IX. Les deux moyennes arches du pont du Cher, près Tours, l'une de 9 toises 4 pieds, l'autre de 9 toises 1 pied 9 pouces d'ouverture, ont été construites sur des cintres faits suivant le principe précédent. On donne le dessin de l'une de ces fermes (FIG. 3).

X. On voit aussi (FIG. 4) le dessin d'une ferme qui a quelque rapport avec la précédente, laquelle a servi ci-devant aux cintres du pont de l'Assise près Tours, et qui a été employée depuis à ceux de la grande arche du pont du Cher précédent, dont l'ouverture est de 10 toises; l'épaisseur de la voûte est de 3 pieds comme aux deux moyennes arches de ce pont; la pierre de taille, dont les voûtes sont toutes construites, pese depuis 145 livres jusqu'à 160 livres le pied cube, et les fermes étoient espacées à 6 pieds de milieu en milieu.

XI. Si l'on compare deux différents systêmes de cintres parfaitement semblables par le nombre et les dimensions des pieces, il n'est pas douteux que celui dont les moises ne tendent pas au centre, ne soit beaucoup moins fort; car moins les moises tendent au centre, et plus elles tendent à faire un angle droit avec les pieces qui leur servent de point d'appui, ce que l'on doit éviter pour la solidité du cintre (voyez l'art. 6). Ainsi la plus grande résistance se trouve dans le systême dont les moises tendant au centre font avec la direction des fibres l'angle le plus aigu qu'elles puissent faire, n'y ayant aucun arbalétrier servant de point d'appui qui puisse être parallele à une tangente de la courbe de la voûte, que celui qui se trouve au milieu dans le systême (FIG. 3).

XII. Si, d'un côté, on gagne de la force en faisant tendre les principales pieces des fermes aux centres des voûtes, on peut remarquer d'ailleurs que l'on perd beaucoup de bois, puisqu'il est nécessaire de prolonger toutes les pieces jusqu'à un ou plusieurs points d'appui, qu'il faut leur former vers leur centre commun; ce prolongement diminue la force du bois, comme on le verra à l'art. 31. Les points d'appui peuvent d'ailleurs nuire au passage des eaux, de même que les bois des fermes, en sorte que cette disposition ne peut guere convenir que dans certains cas, tels que ceux que l'on vient de citer; encore faut-il, pour plus d'économie, les éviter autant qu'on le pourra. On va examiner ce qui résultera des autres situations les plus convenables que l'on présumera pouvoir donner aux principales pieces des fermes.

XIII. La partie des voussoirs *B C D E* (FIG. 1), qui charge le cintre, étant exprimée par le rayon *A M*, si l'on décompose cette puissance en deux, dont l'une soit horizontale *M P*, et l'autre verticale *M O*, chacune de ces lignes exprimera la force qu'il faudra donner à la piece de bois qu'elle représentera, et ces forces seront ensemble plus grandes que la premiere.

XIV. La piece *M P*, et les autres semblables, étant prolongées, trouveront des points d'appui dans la partie opposée de la voûte : mais il faudroit en former pour les pieces verticales, telles que *M O*; ce qui ne pourroit se faire qu'avec des murs ou pilotis, qui nuiroient toujours au passage de l'eau, et seroient difficilement rendus assez solides pour les grandes arches.

XV. Ces inconvénients engagent pour l'ordinaire à butter les pieces inférieures contre les culées, ou les piles, ainsi que le représente la ligne *M T*. On laisse assez souvent près la naissance des arches des pierres saillantes, ou des encorbellements, pour recevoir ces pierres; et l'on donne le nom des fermes, ou de cintres retroussés, à ceux dont les jambes de force ou les pieces inférieures sont disposées de la sorte.

XVI. Ces especes de cintres sont plus commodes, et le plus souvent moins dispendieux, que ceux qui empruntent leur point d'appui ailleurs que sur les culées et sur les piles. Ils demandent aussi plus d'art pour leur composition, ce qui me détermine à ne parler, principalement dans ce mémoire, que des cintres retroussés; on ne dira rien des autres, qu'autant qu'il paroîtra convenable pour les comparer aux précédents.

XVII. [1] Les pieces horizontales *m P M*, que l'on nomme *entraits* dans les fermes, se placent ordinairement à la hauteur de 45 degrés pour mieux soutenir la voûte à cet endroit, où l'on prétend qu'elle est la plus foible; mais comme il faudroit répéter ces pieces pour porter les voussoirs de l'arc supérieur en *X*, telles que celle *a b*, et les soutenir par d'autres pieces *a m* et *b M* en *a c* et *b d*, ce qui consommeroit beaucoup de bois, il est préférable, ainsi qu'on le pratique, de ne mettre qu'un entrait, que l'on peut fortifier, si l'on veut, d'une ou de deux pareilles pieces posées immédiatement dessous, et le surplus des voussoirs est porté par des pieces nommées *arbalétriers*, telles que *m X*, *M X*, lesquelles sont assemblées dans un poinçon *P X*, et portent les courbes *C* (FIG. 3) qui doivent recevoir les couchis de charpente *D*, sur lesquels posent les voussoirs.

XVIII. Si l'on double de chaque côté les jambes de force *M T*, et les arbalétriers *M X*, qu'on y ajoute des potelets *A*, des moises *B*, le tout assemblé, chevillé et boulonné, suivant l'usage, pour lier et entretenir les précédentes pieces entre elles, on aura une ferme de cintre retroussée représentée par la même figure 3, telle que celle qu'a adoptée M. Pitot [2] pour une arche de 10 toises d'ouverture, et telle qu'on les construit le plus ordinairement.

XIX. La force des pieces *T M* et *M X* (FIG. 1), étant égalée à celle que représente le rayon *M A*, pour porter la même partie de voûte *B C D E*, doit être exprimée par les mêmes côtés prolongés jusqu'en *M Q* et *M R*, où se termine le parallélogramme des forces *R Q*; au lieu que la force des pieces *T M* et *M P*, nécessaire pour porter le même poids précédent, seroit exprimée par la même ligne *T M*, et par celle *M P*, qui sont moins grandes que les précé-

(1) M. Pitot, membre de l'académie des sciences, année 1726, p. 220. (2) Mémoires de l'académie des sciences, p. 13.

dentes : mais si l'on perd par cette derniere disposition quelque chose sur la force des bois, on en est bien dédommagé par l'avantage de rapprocher les pieces de la voûte, ainsi qu'on va l'expliquer.

XX. On emploie d'abord moins de bois en longueur que si les points d'appui étoient plus éloignés de la circonférence, parcequ'il faudroit prolonger les pieces, ou bien en ajouter de nouvelles, jusqu'à ces points d'appui ; ce qui ne dispenseroit pas de faire suivre aux autres pieces la circonférence que l'on doit soutenir, et cette économie peut même s'étendre, comme on le verra ci-après, jusqu'à supprimer les entraits, parcequ'ils sont encore trop éloignés des voûtes.

XXI. Les points d'appui que l'on prend près de la circonférence, forment un second avantage essentiel : les principales pieces résistent mutuellement par ce moyen à l'effort de la voûte, ce qui se fait en plus grande partie dans la position avantageuse dont on a parlé à l'article 5; ainsi les voussoirs qui chargent en *A B* et *C* (FIG. 5), où l'on voit la disposition que l'on se propose de donner aux principales pieces des fermes, portent leur poids en *d e* et *f*, en opposition à celui des voussoirs inférieurs. L'on fera voir aussi, à l'article 72, que les pieces ne sont pas sensiblement affoiblies par la pression qui se fait latéralement à la longueur de leurs fibres que l'on sait être la plus défavorable.

XXII. Il n'en est pas de même à l'égard de la ferme dont on donne le dessin (FIG. 3); les voussoirs qui portent sur le bout des potelets *A* et des moises *B*, chargent latéralement et presque perpendiculairement les fibres des pieces qui les soutiennent, à cause principalement du peu de longueur des courbes; ce qui joint à la charge que ces pieces reçoivent dans la direction de leur longueur *X M*, *M T*, le tout tend à les faire plier plus aisément que dans le cas précédent, leurs grosseurs et leurs inclinaisons étant supposées d'ailleurs égales. L'on remarquera aussi que tous les efforts qui se font latéralement aux fibres des principales pieces, et qui forment la plus grande partie de la charge totale, tendent ici au centre de la voûte, et ne s'opposent nullement à son poids.

XXIII. On croit, pour les raisons précédentes, que les principales pieces des fermes doivent être toutes posées sur la direction des cordes des arcs, ou parallèlement à ces cordes, soit que les voûtes soient grandes ou petites, soit qu'elles soient en plein cintre ou non : on en exempte seulement les trop grandes arches, et qui seroient faites en portion d'arcs, ou qui seroient trop surbaissées; lesquelles, à cause de leur peu d'élévation, ont besoin de plusieurs points d'appui pris ailleurs qu'à leur naissance.

XXIV. Comme on est obligé de multiplier les rangs des principales pieces dans les fermes des arches qui ont plus de trois ou 4 toises d'ouverture, ces pieces doivent pour lors être disposées triangulairement, comme on l'a vu dans la figure 5, pour se contrebutter réciproquement et soutenir dans leur milieu celles qui y sont chargées perpendiculairement à leurs fibres, et enfin pour que le tout soit assujetti à ne pouvoir changer de situation, quand on vient à charger inégalement les cintres, la figure triangulaire étant plus propre à cet effet qu'aucune autre.

XXV. La position la plus avantageuse pour les pieces qui doivent servir à lier et à entretenir les précédentes, est de les diriger aux centres des arcs, de sorte néanmoins qu'elles soient, autant qu'on le pourra, perpendiculaires aux principales pieces pour retenir mieux l'écart.

DES PRINCIPALES PIECES ET DE LEURS DIMENSIONS.

XXVI. Les pieces de bois nommées courbes forment entre elles un angle d'autant moins grand, qu'elles sont plus longues : ainsi celles qui seroient égales à la corde d'un angle de 22 degrés 30 minutes, formeroient entre elles un angle de 157 degrés 30 minutes; et celles qui comprendroient un angle double, ne formeroient qu'un angle de 135 degrés, d'où il suit qu'étant rapprochées de la direction du poids qui les chargeroit à leur jonction, et qui tendroit au centre des voûtes, elles seroient plus fortes pour résister au poids. Ainsi (FIG. 2) les courbes *A B*, *B C*, comprenant des angles de 45 degrés, seront plus fortes pour résister au poids qui les chargera à leur jonction *B*, et dans la direction de *B H*, que celles *C D*, *D E*, *E F*, *F G*, qui ne contiennent que des cordes d'arc de 22 degrés 30 minutes que l'on suppose chargées de même et dans les directions qui tendroient également au centre *H*, abstraction faite de la grosseur de ces courbes.

XXVII. Il en sera de même pour les autres principales pieces des fermes, que l'on a proposé, ci-devant, de disposer à chaque rang parallèlement aux cordes, et triangulairement entre elles; ce qui doit engager de leur donner, ainsi qu'aux courbes, le plus de longueur que l'on pourra.

XXVIII. On tire encore un avantage essentiel de la longueur de ces pieces, en ce qu'elles sont mieux liées entre elles, et qu'elles résistent davantage à l'effet que font les voussoirs par leur poids pour les déranger, sur-tout quand on charge les fermes inégalement.

XXIX. On voit donc que le nombre des courbes de chaque ferme doit être diminué autant qu'on le pourra. Il en sera de même pour chaque rang des autres principales pieces : mais on répétera ces rangs autant que l'on en aura besoin pour résister à l'effort qu'ils auroient à soutenir; c'est ce que le calcul fera connoître : d'ailleurs, il n'y aura rien de plus à dire ici sur le nombre de ces principales pieces.

XXX. Si les pieces les plus longues ont les avantages que l'on vient d'expliquer, il faut aussi qu'elles perdent de

leurs forces, Muschembroeck [1] ayant reconnu par nombre d'expériences que la force des pieces de même grosseur, mais de différentes longueurs, pour soutenir un poids qui les chargeroit sur leurs bouts, lorsqu'elles sont posées verticalement, étoit plus grande à proportion que ces pieces avoient moins de longueur, et cela dans la raison inverse du quarré de leur longueur. Ainsi une piece double en longueur d'une autre est quatre fois moins forte, si elles ont toutes deux même grosseur et qu'elles soient de même qualité. Il a aussi reconnu que ces pieces ainsi chargées cassoient par leur côté le plus mince; que leurs forces étoient comme les côtés les plus larges et comme les quarrés des autres côtés.

XXXI. Lorsqu'on ne tire aucune utilité de la longueur des bois, et que même cette longueur est superflue, comme dans les cas rapportés à l'article 12, on a, par l'article précédent, un motif de plus pour en diminuer la longueur; mais cette longueur étant nécessaire pour les fermes que l'on vient de proposer, il suffira de remédier au dernier mouvement auquel elle les rend sujettes, et on aura concilié le tout.

XXXII. Il faudra pour cet effet moiser ces pieces sur une ou plusieurs parties de leur longueur, à-peu-près à des distances égales, et qui n'excedent pas en général 6 ou 8 pieds, comme on l'a pratiqué dans la ferme de la figure 5, où la piece *V*, de 14 pieds de longueur, est moisée dans son milieu, et où celle *Z*, qui a 26 pieds, l'est en trois endroits; ce qui, joint aux entretoises qui passent d'une ferme à l'autre et les entretiennent conjointement avec les couchis dans leur position verticale, empêche que les principales pieces ne plient sensiblement au droit de ces moises; ce qui fait à-peu-près le même effet pour ce qui résulte seulement de la force que les bois tiennent de leur longueur, que si elles étoient coupées au droit des moises. On voit aussi que plusieurs de ces moises, telles que celles *q c* et *r f*, sont même nécessaires pour recevoir le bout des pieces qui y sont assemblées, et que celles *A B* et *d e*, indépendamment de ce qu'elles reçoivent deux rangs de pareilles pieces, entretiennent encore dans leur milieu les deux pieces qui aboutissent en *C*; il ne reste donc plus dans ce cintre que les moises *S t*, *V X*, de chaque côté, qui ne soient destinées qu'à l'usage qu'on se propose ici.

XXXIII. Il reste présentement à parler de la grosseur de ces pieces, ou, pour mieux dire, de la proportion de leurs côtés, parceque leur grosseur effective dépendra de l'ouverture des arches, et sera fixée ci-après par le calcul que l'on en fera pour les fermes de chaque arche.

XXXIV. M. Parent a démontré [2] que la plus forte piece équarrie que l'on peut tirer d'un arbre, doit être telle que le quarré de l'un de ses côtés soit double de celui de l'autre côté; ce qui revient à-peu-près au rapport de 7 à 5, qu'il faut donner à ces côtés. On adopte cette proportion qui rend aussi les pieces plus faciles à moiser, parcequ'on doit les poser sur leur hauteur ou de champ, joint à ce que les pieces qui seront un peu plus grandes doivent, autant qu'on le pourra, et pour leur donner plus de force, être de bois de brin, c'est-à-dire qu'elles doivent être prises dans un arbre de droit fil, dont on n'aura enlevé que les segments ou dosses.

XXXV. Il est à propos de donner la même grosseur et la même proportion à toutes les principales pieces, même aux courbes : leur renflement pourra être ajouté par de nouvelles pieces posées au-dessus, que les charpentiers nomment veaux; ce qui sera fait, comme on l'expliquera en parlant de l'assemblage des fermes. Il conviendra néanmoins de donner plus de grosseur par le bas aux jambes de force ou principales pieces qui porteront les cintres.

XXXVI. On pense que les moises doivent être quarrées, que la grosseur des plus fortes qui doivent recevoir les bouts des principales pieces, doit être égale au plus petit côté de ces pieces; mais qu'il suffira de donner les trois quarts de cette même dimension aux moises intermédiaires, et de ne les approcher qu'à deux pouces près l'une de l'autre, au lieu que les premieres seront posées jointivement.

XXXVII. Lorsque les voûtes sont faites totalement en pierre de taille, on les soutient avec des couchis placés au milieu de chaque rang des voussoirs; il est avantageux que des pieces ainsi posées soient plus hautes que larges, leur résistance étant comme le produit du quarré de leur hauteur par leur largeur. La longueur de ces pieces supposée égale, cette force diminue quand leur longueur augmente, non pas précisément dans la raison inverse, ainsi qu'on l'a cru avant les expériences qu'a faites M. de Buffon, dont on trouve le détail dans le mémoire de l'académie, année 1741, page 237, mais en plus grande raison que l'inverse de ces longueurs. Indépendamment de cet avantage, on croit qu'il vaut mieux faire quarrés les couchis dont on vient de parler, pour qu'ils aient plus de base et qu'ils soient moins sujets à se déranger, quand on les cale, et qu'on pose les voussoirs.

XXXVIII. Lorsque les voûtes doivent être faites en moellon entre leurs têtes, comme il convient de mettre leurs couchis jointifs, on pourroit leur donner un peu plus de largeur que de hauteur, sur-tout aux grandes arches, pour en diminuer le nombre et la sujétion de leur pose.

XXXIX. Il ne manque plus pour achever de composer les cintres, que d'y mettre des entretoises, dont la fonction est de lier et d'entretenir les fermes entre elles dans leur à-plomb. Des pieces ainsi posées résistent, ou par la contraction ou par l'extension de leurs fibres, lesquelles sont pour lors dans la direction de la puissance. On a parlé de la premiere de ces résistances, article 4, et la derniere est celle que l'on nomme absolue, parcequ'elle est la plus grande dont le bois et en général tous corps soient capables : on peut l'évaluer, pour le bois de chêne, à 58 ou 60

(1) Essais de physique, tom. 1, p. 356.

(2) Mémoires de l'académie, 1708.

livres par ligne quarrée, et l'on aura une force plus que suffisante en donnant à ces entretoises la même grosseur des couchis quarrés dont on vient de parler.

ASSEMBLAGE DES PIECES.

XL. On connoît assez l'usage dont on se sert pour assembler les fermes au moyen des tenons, mortoises, et des autres entailles qu'on fait dans les principales pieces, comme dans celles qui sont moins intéressantes, qui en coupent les fibres et les affoiblissent beaucoup. On ne peut pas former ces assemblages assez exactement, pour que toutes les parties portent également les unes dans les autres; et supposant même la chose plus facile qu'elle ne l'est en effet, le bois, en se séchant et en travaillant sur la charge, porteroit toujours inégalement, et sur une partie seulement de sa grosseur, ce qui lui fait encore perdre une portion de sa force.

XLI. Pour remédier en partie à cet inconvénient, on propose d'abord de supprimer, des principales pieces, toutes les mortoises et les entailles, excepté quelques unes qu'on aura l'attention de placer aux bouts de ces pieces et dans des endroits où elles ne pourroient s'affoiblir sensiblement.

XLII. On fera toutes les mortoises en général dans les moises qui serviront à lier les principales pieces; elles seront faites en portion d'arc dont le rayon aura pour longueur celle de chaque arbalétrier, de façon à pouvoir y recevoir les bouts des principales pieces, lesquelles conserveront toutes leur grosseur, et seront seulement arrondies suivant le même arc des mortoises, comme on le voit dans la figure 6.

XLIII. Les courbes, que l'on a intérêt de faire les plus longues qu'il est possible, comme on l'a vu article XXV, seroient néanmoins fort courtes, si l'on ne suppléoit à la grosseur ordinaire des bois par un renflement ou veau qu'on pourra y ajouter, et qui sera assemblé à la piece inférieure avec une cheville à chaque bout, comme on le voit fig. 11, 12, 13, et autres.

XLIV. On pourra même pour plus d'économie, suivant les circonstances, mettre deux veaux l'un sur l'autre, et faire de plusieurs morceaux ceux qui seroient trop longs, en plaçant leurs joints sous les moises (FIG. 6). Les pieces ne seront guere moins fortes, pour porter un poids qui chargera leurs fibres perpendiculairement à leurs longueurs, que si elles étoient d'un seul morceau, et la dépense en sera moins grande. Ainsi (FIG. 8), par exemple, les veaux *A L*, *A I*, du cintre de l'arche de 15 toises, qui auront 22 pieds 6 pouces de longueur, pourront être faits de trois morceaux assemblés à mi-bois, sous les moises, dont celle du milieu n'aura plus que 8 pieds 8 pouces, et les deux autres chacun également 8 pieds 8 pouces, compris leur recouvrement.

XLV. Quand les veaux sont doubles, comme au bas de la ferme du cintre fait pour une arche de 25 toises, on pourra en réduire l'épaisseur aux deux tiers, ou même moitié de celle des principales pieces de ces fermes, comme on peut le voir dans le profil.

XLVI. On emploiera trois différentes especes de moises dans les fermes : les unes, qui sont cotées *A B*, *C D*, *E F* (FIG. 6), recevront le bout des courbes, et elles y seront assemblées comme on le voit (FIG. 6); elles recevront aussi par en bas, dans la forme qu'on donne pour exemple, même figure 6, le bout des principales pieces *H B*, *B D*, *D F*, et *F G*, avec assemblage circulaire dont on a parlé, art. 43; ces moises seront ouvertes immédiatement au dessus de cet assemblage pour laisser passer quarrément les pieces intermédiaires; on retiendra les moises ensemble avec un boulon de fer à chaque côté, lequel sera bien serré avec rondelles et clavettes.

XLVII. Dans les fermes des arches qui n'auront que 3 toises d'ouverture et au-dessous, on pourra substituer un poinçon à ces moises, et assembler de la même façon les courbes; il n'y aura de différence que sur l'épaisseur (FIG. 14).

XLVIII. Les secondes moises *K* et *L* seront placées quarrément au milieu des courbes avec lesquelles elles seront assemblées : elles reçoivent immédiatement sous ces courbes le bout des pieces intermédiaires, dont l'assemblage sera aussi en portion circulaire, comme on l'a expliqué ci-devant, et le bas de ces moises sera ouvert pour laisser passer quarrément les pieces inférieures *B D* et *D F*, qu'elles n'assujettiront que par les côtés; on laissera un peu au-dessus assez de jeu pour faciliter le tassement indispensable qui résultera de la compression des fibres; après cela, on les calera si on le trouve convenable. Les moises seront boulonnées par le haut sur les courbes: on les boulonnera aussi en bas immédiatement au-dessous des pieces qui les traversent perpendiculairement, et non pas dans ces pieces, ainsi qu'il est d'usage : on empêchera par ce moyen qu'elles ne soient chargées dans cette situation, où l'on sait que les bois opposent la moindre résistance.

XLIX. Les dernieres moises enfin seront placées en *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*, *R*, *S*, *T*, au milieu de l'espace d'entre les précédentes : elles seront assemblées et boulonnées comme la derniere, observant pareillement de laisser un demi-pouce au moins de jeu au-dessus des pieces qui les traverseront, parcequ'elles ne doivent les contenir que sur les côtés et par dessous, au moyen de quoi si les principales pieces, étant trop comprimées par leur bout, venoient à plier, telles par exemple que celles *B D* et *D F*, ce ne pourroit être qu'en dessus et en remontant vers *K* et *L*, où elles auront pour point d'appui la charge même de la voûte. Lorsqu'on s'appercevra que les pieces commenceront à plier, on aura seulement l'attention de mettre des cales au-dessus, dans le vuide qu'on aura laissé de trop sur le haut

des moises, ce qui les contiendra dans toute leur force; au moyen de ces précautions les efforts des bois ne porteront jamais au vuide, les pieces se soutiendront et se contrebutteront mutuellement entre elles et avec la charge de la voûte.

L. Lorsque les moises seront d'une certaine longueur, on pourra, indépendamment des boulons, y mettre des clefs de bois bien serrées avec des coins.

LI. Lesdites moises ne sont principalement utiles que dans les grandes arches, où l'espace d'entre les premieres et les secondes seroit trop grand, et feroit craindre que les principales pieces ne pussent se déranger.

LII. Il est aussi à propos de parler d'une moise horizontale qu'on peut employer à la place des entraits dans les fermes des petites arches, qui auront depuis 3 toises jusqu'à 7 toises; les poinçons et les autres moises seront alors prolongés et assemblés réciproquement à mi-bois, le tout comme on peut le voir dans les dessins ci-joints des fermes que l'on propose pour les arches et dans la figure 13.

LIII. On ne parlera point ici de l'assemblage des liens, des esseliers, des jambettes, des potelets, des guettes, guetterons, et des croix de saint André, toutes petites pieces qu'on emploie communément dans les cintres, et que l'on a supprimées dans ceux-ci, où elles sont inutiles; elles ne feroient que multiplier la dépense, et elles exigeroient des assemblages qui affoibliroient les pieces.

LIV. Les fermes étant ainsi assemblées sur le chantier d'après l'épure qu'on en aura tracée contre un mur pour les petites arches, ou sur l'étalon qui aura été dressé de niveau pour celles qui seront plus grandes, il restera à les élever et à les établir sur le point d'appui.

LV. Le levage en sera fait au moyen des échafauds provisionnels qu'on pourra établir sur des files de pieux pour les grandes arches, ou sur des bateaux, en se servant aussi de gruaux et autres équipages, qu'on placera sur les piles et les culées, suivant qu'on le pratique ordinairement; les jambes de force seront établies, soit sur des corbeaux qu'on recreusera d'un pouce sur le derriere, comme on peut le voir au point *P* (FIG. 5), soit dans les trous qu'on réservera dans la maçonnerie, soit sur des sablieres (FIG. 6), ou sur des sablieres et des blochets, comme on le voit en *T* (FIG. 3), soit enfin sur des chapeaux soutenus de potelets qui seroient retaillés suivant les retraites des premieres assises, comme on le voit en *F* (FIG. 18), dans lesquels potelets on peut aussi assembler les pieces par embrévement.

LVI. On choisira, suivant les circonstances, celle de ces différentes façons qu'on jugera convenable, et l'on croit que la premiere, que les ouvriers nomment poser à cul nud, suffira pour les fermes des arches qui auroient moins de 5 à 6 toises d'ouverture, ce qui épargnera les sablieres qu'on croit être pour lors inutiles.

COMPOSITION DES FERMES.

LVII. Le détail dans lequel on est entré à l'occasion de la situation, du nombre, des dimensions et de l'assemblage des pieces des fermes, fait connoître en plus grande partie comme on croit qu'il est à propos de les construire; mais, pour plus d'intelligence, on joint ici la gravure au trait seulement de dix fermes, soit en plein cintre, ou surbaissées, qui ont été composées pour différentes ouvertures d'arches de 1 toise, 2 toises, et ainsi de suite progressivement jusqu'à 10 toises d'ouverture, et de plus une arche de 12 toises, surbaissée au tiers.

On renvoie, pour les fermes des arches d'une plus grande ouverture, à celles qui sont représentées sur les planches qui sont mentionnées ci-après, savoir:

Pour des arches de 12 toises faites en portion d'arc, dont les fleches ont 6 pieds de longueur, à celles qui viennent d'être construites au pont de Pont-Sainte-Maixence (PL. XXX).

Pour celles de 15 toises, surbaissées au tiers, au pont de Nogent sur Seine (PL. LXVIII).

Pour celles de 18 toises, surbaissées au tiers, aux arches collatérales du pont de Mantes (PL. XXIV).

Pour celles de 20 toises à celle de l'arche du milieu du même pont de Mantes, également surbaissée au tiers, et à celles de pareille ouverture du pont de Neuilli, qui sont surbaissées au quart (PL. XXVII).

On trouvera aussi, PL. XLIX, le dessin d'une ferme de cintre en portion d'arc, dont la fleche est de 14 pieds, que j'ai proposé pour une arche de 150 pieds sur l'un des deux bras de la riviere de Seine à Melun, dont les fermes doivent être soutenues avec trois files de pieux dans leur milieu.

Si l'on joint aux dessins de toutes ces fermes qui ont réussi dans leur exécution, pour soutenir des voûtes de pierre dure du poids de 170 à 180 livres le pied cube, ceux des arches de 18 pieds du pont de Brunoi (PL. XXXII), celles du pont de Rosoi, de 4 toises d'ouverture (PL. XXXIII), et celles du pont de Château-Thierry, de 8 et 9 toises d'ouverture (PL. XXXI), trois ponts que j'ai fait construire et achever en 1787, on aura les moyens d'en composer de semblables, dont on sera également assuré du succès, lesquelles fermes pourront pareillement servir en fortifiant ou diminuant la grosseur des bois pour des arches dont les ouvertures approcheront de celles qui viennent d'être citées: mais, pour plus de facilité, on a placé, dans les tables qui sont jointes au présent mémoire, les dimensions des bois qu'il conviendra de donner aux fermes pour les différentes arches qui auroient jusqu'à 24 et 25 toises d'ouverture.

LVIII. On peut remarquer, dans les dessins des fermes, que leurs points d'appui ont été placés à différentes hauteurs; il est à propos d'expliquer comment on a fixé ces hauteurs.

LIX. Lorsqu'on éleve les cintres, les batardeaux sont ou doivent être enlevés, en sorte que la hauteur des basses eaux, qui est aussi communément celle de la naissance des arches, doit désigner le point d'appui le plus bas. Cependant on peut en former sous l'eau par le moyen des potelets représentés en *A* par la figure 7, et que l'on descend sur les retraites avec la piece qui y est assemblée. Présentement, il faut trouver le point le plus élevé sur lequel on puisse établir les fermes.

LX. La puissance (1) qu'il faut employer pour mouvoir un corps dont la base plane est unie, et qui seroit posée sur un plan horizontal, également uni, doit être le tiers du poids pour surmonter les seuls frottements ou engrenements des bases; d'où il suit que ce poids étant posé sur un plan incliné, il ne commenceroit à glisser que lorsque la hauteur du plan seroit le tiers de sa longueur : mais l'angle qui formeroit un tel plan avec l'horizon, seroit de 18 deg. 20 minutes. Aussi, dans la figure 5, les premiers voussoirs, que l'on peut supposer assis sur leur mortier, comme s'ils étoient sur des plans polis, pourront donc se soutenir jusqu'à ce qu'ils aient formé un pareil angle, et ils seroient alors prêts à glisser. Si l'on réduit cet arc à 12, 13 degrés en *P O*, on pourra y asseoir la piece *d O*; elle tendra même à repousser le voussoir qui la portera, supposé qu'il puisse encore descendre, et c'est le voussoir qui sera le plus élevé de ceux où l'on pourra former des points d'appui dans cette voûte. Si l'on considéroit le frottement d'une pierre posée sur un madrier, l'angle seroit pour lors, d'après l'expérience, de 39 degrés 52 minutes : cependant on s'en tiendra à celui mentionné ci-dessus, pour ne pas être exposé à placer les corbeaux trop hauts. Si l'arc étoit surbaissé, comme dans la figure 6, le point d'appui pourroit être établi sur le corbeau *M*, dont le dessus forme un même angle de 12 ou 13 degrés avec le petit rayon *G V*.

LXI. On diminue les fermes et l'on raccourcit leurs jambes de force en les établissant ainsi sur les voussoirs qui peuvent être posés sans cintre : mais il faut prendre garde de donner aux pieces, par cette disposition, une obliquité qui les affoibliroit trop; c'est ce qu'on a tâché d'éviter. On voit, par exemple, figure 5, que le point d'appui élevé *O* ne contribue point à affoiblir la ferme, puisque la piece *O d* est parallele à celle *Z P*, qui porte sur le corbeau au-dessous de la naissance. Dans la voûte surbaissée, la piece *L M* est, à la vérité, plus inclinée à l'horizon que celle *F G*, *E T*; mais cette disposition devient nécessaire pour la liaison des pieces, et elle auroit également lieu sans le point d'appui supérieur. Il n'en seroit pas de même si toutes les jambes de force portoient sur les mêmes points d'appui, et c'est ce qui a déterminé à les partager dans les arches de 9 toises et au-dessus : on trouve même que les cintres en sont plus solidement établis, et que les principales pieces sont moins fatiguées.

CALCUL DU POIDS DONT LES CINTRES SONT CHARGÉS.

LXII. Les cintres éprouveront le plus grand effort auquel ils auront à résister, lorsque tous les voussoirs seront placés, excepté ceux de la clef, lesquels déchargent virtuellement les cintres, quand ils sont une fois posés.

LXIII. Une partie des voussoirs inférieurs, tels que *E G* et *A H*, de chaque côté de la voûte (FIG. 6), doit être repoussée en remontant dans ceux qui sont au-dessus dans le reste de la voûte. M. Couplet (2) a trouvé, par le calcul qui en a été fait, que cette partie dans les voûtes en plein cintre comprenoit depuis la naissance un arc de 30 deg. de chaque côté, dont les voussoirs ne chargent aucunement les cintres.

LXIV. Le reste des voussoirs ne porte pas non plus entièrement sur les cintres, puisqu'une partie de leur poids s'oppose à la descente de l'arc inférieur dont on vient de parler. M. Couplet fait voir par ses calculs que la pesanteur des voussoirs est à celle dont les cintres sont chargés, comme un arc de 60 degrés est au double de son sinus, moins ce même arc; les voussoirs sont même supposés polis, ce qui les fait porter davantage sur les cintres qu'ils ne le font en effet.

LXV. Si l'on suppose le rayon d'un cercle divisé en 10000 parties, l'arc de 60 degrés en contiendra 10476, et son sinus 8660; le poids des voussoirs sera par conséquent à celui dont ils chargeront les cintres, comme 10476 est à $2 \times 8660 - 10476 = 6844$, ce qui est à-peu-près égal au rapport de 3 à 2; c'est-à-dire que les voussoirs ne chargent leurs cintres que de $\frac{2}{3}$ de leur pesanteur, et seulement sur les $\frac{2}{3}$ de la demi-voûte, puisque le bas de ces voûtes ne les charge point jusqu'à 30 degrés de chaque côté, en sorte que, pour faciliter le calcul, on peut, sans erreur sensible, ne prendre, si l'on veut, que les $\frac{4}{9}$ du poids des voûtes pour exprimer celui que les cintres auront à porter.

LXVI. Les voûtes peuvent être plus ou moins surbaissées : l'usage est de leur donner en hauteur le tiers de leur ouverture; et c'est aussi la proportion que l'on a suivie dans les fermes dont on donne les dessins.

LXVII. On peut tracer ces arcs de plusieurs manieres : on a adopté, dans le dessin des fermes, celle qu'a proposée M. Pitot, lequel les construit de trois arcs, chacun de 60 degrés, comme on va l'expliquer; la méthode est simple, et la courbe a paru convenir, sur-tout pour les arches qui sont de grandeur ordinaire.

LVIII. Soit portée (FIG. 6) la hauteur *Z C* de la voûte en *G X*; que l'on prenne *Z Y* égale à la quatrieme partie de *Z X*; du point *y* comme centre, et de l'intervalle *y X*, si l'on décrit l'arc *a b*; que du point *a* comme centre, et du

(1) M. Amontons.

(2) Mémoires de l'académie, année 1729, problême 9.

rayon *a b*, on décrive aussi l'arc *b c*: le point *c* et son opposé *V*, également distants du milieu du diametre *Z*, seront les centres dont on se servira pour décrire les arcs *H A*, *G E*, chacun de 60 degrés, et l'on aura le centre de l'arc supérieur au sommet *f* du triangle équilatéral décrit sur *C V*. On renvoie pour la démonstration au mémoire de M. Pitot.

LXIX. On remarquera en général que le premier arc *E G*, qui comprend 60 degrés, de la voûte surbaissée, ne differe pas beaucoup au circuit de celui *G E*, de 30 degrés, à la voûte en plein cintre, et que cet arc pourra à-peu-près, comme dans le plein cintre, être retenu par la charge des voussoirs supérieurs : il est vrai que l'arc a moins de circuit et charge moins les premiers voussoirs, et que ceux du dessous sont plus inclinés; mais les voussoirs ont été supposés unis, ce qui ne peut avoir lieu. On voit même, par l'article 60, à quel point ils sont retenus à leur place par le seul frottement. Ainsi, pour la facilité du calcul, on pourra supposer, sans une erreur bien sensible, que le premier arc de 60 degrés de chaque côté de la voûte ne chargera point les cintres, ou du moins fort peu, quand tous les voussoirs seront placés, à l'exception de ceux de la clef.

LXX. Il ne restera donc ainsi que l'arc *A C E*, de 60 degrés, décrit du centre *f*, qui chargera les cintres: mais la pesanteur des voussoirs qui composeront cet arc, sera à la partie de leur poids qui portera sur les cintres, comme on l'a dit à l'article 65, comme ce même arc est au double de sa corde, moins cet arc; ce qui peut être exprimé par le rapport de 11 à 10, parceque celui de 60 degrés est à sa corde à-peu-près comme 22 est à 21 : d'où il suit que quand on aura trouvé le poids des voussoirs de cet arc supérieur, il faudra en prendre les $\frac{10}{11}$ pour la charge que les cintres auront à soutenir.

LXXI. Comme les arcs décrits par les petits rayons *H C*, *V G*, ne chargent point, ou du moins que peu, les cintres, on a affecté dans toutes les fermes de placer au haut de ces arcs des moises *A B* et *E F*, pour n'avoir plus, dans les calculs, à considérer que les parties ou travées supérieures de ces fermes telles que celles *A B C D*, et *C D E F*.

LXXII. Pour avoir le poids des voûtes, il faut connoître leur épaisseur et le poids de la pierre.

LXXIII. L'épaisseur des voûtes en plein cintre a été fixée par un mémoire que j'ai fait à ce sujet, à la vingt-quatrieme partie de leur diametre plus un pied, et l'on retranche ensuite du total une ligne pour chaque pied que contient ce diametre. A l'égard des voûtes surbaissées, on cherche le rayon dont leur arc supérieur doit être décrit, lequel étant doublé et considéré pour diametre, on opérera au surplus comme pour les arches en plein cintre: on n'a point égard à la nature de la pierre ou des autres matériaux, ni à leur poids; on peut seulement donner plus de coupe aux têtes des arches si le cas le requiert, excepté que lorsque la pierre est très dure, on peut n'avoir point d'égard au plus grand rayon des voûtes faites en ovale, dans celles qui sont surbaissées au tiers ou au quart, ainsi que je l'ai pratiqué au pont de Neuilli, dont les clefs n'ont que 5 pieds pour des voûtes de 120 pieds, surbaissées au quart, parceque la pierre de Saillancourt, dont elles ont été construites, est beaucoup plus dure que celle des carrieres près Paris.

LXXIV. La pierre de taille, dont on construit le plus communément les voûtes, pese à-peu-près depuis 120 jusqu'à 180 livres le pied cube; le poids moyen est de 150 livres : il convient à-peu-près à la pierre des environs de Paris, qui est aussi de moyenne qualité entre la plus tendre et la plus dure, telle que le Saint-Leu et le grès. On suppose la pierre de ce poids dans les calculs qui suivent; les fermes des cintres seront supposées espacées à 6 pieds de milieu en milieu, et on indiquera les changements qu'il faudra faire à ces distances et à l'épaisseur des couchis, pour les voûtes qui seroient construites avec de la pierre ou du moellon, dont le poids ne seroit pas d'environ 150 livres le pied cube.

LXXV. Voici une table où l'on trouvera le poids dont les cintres des différentes arches seront chargés en suivant les principes qu'on a rapportés; les épaisseurs des voûtes y sont fixées d'après la proportion indiquée ci-devant: pour leur étendue entre les têtes, on pourra donner plus de longueur de coupe aux voussoirs de ces têtes, si on le juge à propos, sans qu'il faille augmenter la force des fermes qui seront placées au-dessous, parcequ'elles portent moitié moins que les fermes intermédiaires.

ARCHES EN PLEIN CINTRE.

Diametre des arches.	Épaisseur des voûtes.			Circonférence prise au milieu de l'épaisseur des voûtes.			Poids total d'une partie de 6 pi. de longueur de voûte.	Poids réduit au 4/9 pour la charge sur les cintres.
toi.	pi.	pou.	li.	pi.	pouc.		livres.	livres.
1	1	2	6	11	3	13/14	12300	5466
2	1	5	0	21	1	0	26881	11925
3	1	7	6	30	10	14	45101	20045
4	1	10	0	40	7	1/7	66982	29769
5	2	0	6	50	4	3/14	92518	41119
6	2	3	0	60	1	2/7	121717	54096
7	2	5	6	69	10	5/14	154554	68690
8	2	8	0	79	7	2/7	191083	84925
9	2	10	6	89	4	1/2	231257	102780
10	3	1	0	99	1	4/7	275084	122259
11	3	3	6	108	10	4/7	322600	143377
12	3	6	0	118	7	5/7	373712	166094
13	3	8	6	128	4	11/14	428529	190457
14	3	11	0	138	1	6/7	486991	216440
15	4	1	6	147	10	13/14	549117	244052
16	4	4	0	157	8	0	614875	273277
17	4	6	6	167	5	1/14	684352	304156
18	4	9	0	177	2	1/7	757437	336638
19	4	11	6	186	10	5/14	833875	370611
20	5	2	0	196	8	2/7	914610	406493
21	5	4	6	206	5	5/14	998684	443859
22	5	7	0	216	2	3/7	1086481	482880
23	5	9	6	225	11	1/2	1177807	523469
24 25	6	0	0	235	8	4/7	1272857	565714

ARCHES SURBAISSÉES AU TIERS.

Épaisseur des voûtes.			Circonférence de l'arc supérieur prise au milieu de son épaisseur.			Poids de l'arc supér. de 60 d. sur 6 pieds de longueur.	Poids réduit au 10/11 pour la charge sur les cintres.
pi.	pouc.	li.	pi.	pouc.	li.	livres.	livres.
1	3	6	5	3	0	6103	5548 2/11
1	7	4	9	11	10	14381	13073 7/11
1	10	10	14	8	7	25199	22908 2/11
2	2	7	19	5	4	38767	35242 8/11
2	6	0	24	2	1	54390	49445 5/11
2	10	1	28	11	1	73935	67213 7/11
3	2	0	33	8	1	95969	87244 6/11
3	5	2	38	4	8	118533	107757 3/11
3	8	8	43	1	4	144422	131292 8/11
4	0	6	47	10	3	174667	158788 2/11
4	4	0	52	6	11	205043	186402 8/11
4	7	6	57	3	7	238504	216821 9/11
4	11	6	62	0	8	276922	251747 3/11
5	3	0	66	9	5	315557	286870
5	6	9	71	6	3	357957	325415 5/11
5	10	0	76	2	10	400238	363852 8/11
6	1	10	80	11	8	448350	407590 10/11
6	5	5	85	8	6	497644	452403 7/11
6	9	2	90	5	4	550580	500517 3/11
7	0	6	95	1	11	603074	548249 1/11
7	4	4	99	10	10	661856	601687 3/11
7	8	0	104	7	8	722008	656370 10/11
7	11	6	109	4	9	783547	712315 5/11
8	3	4	114	1	3	850076	772796 4/11

CALCUL DE LA FORCE DES CINTRES.

LXXVI. Pour être en état de calculer la force des cintres, il faut commencer par établir celle du bois.

LXXVII. Le bois que l'on emploie le plus communément à la construction des cintres, est celui de chêne. M. de Buffon a fait des expériences en grand sur la force de ce bois, lorsqu'il est posé horizontalement et chargé dans son milieu. On y aura recours dans les calculs qui suivent; et lorsqu'elles manqueront pour les dimensions des bois qu'on emploiera, on conclura leurs forces d'après des expériences faites sur des pieces qui seront de longueurs et grosseurs les plus approchantes; l'on supposera avec Galilée que la résistance des pieces de même longueur sont entre elles, comme le produit de leur largeur par les quarrés de leur hauteur. Ce principe est d'ailleurs constaté par l'expérience. A l'égard de l'effet de leur position, on suivra ce qui a été dit à l'article 6.

LXXVIII. Les pieces des fermes que l'on propose, sont disposées de façon à recevoir principalement la charge par leurs bouts et dans la direction des fibres, parcequ'elles sont capables, dans cette situation, d'une résistance bien plus grande, comme on l'a dit ci-devant, que lorsqu'elles sont placées, comme on les a supposées au précédent article.

LXXIX. La plus grande force qu'a pour lors le bois, ne permet pas de faire les expériences assez en grand pour y pouvoir compter. M. Pitot, dans le calcul qu'il a fait de la force des deux cintres qu'il propose dans les mémoires de 1726, évalue cette force à 50 livres par ligne quarrée, parcequ'ayant eu recours aux expériences, rapportées par M. Parent dans les mémoires de 1708, sur la force des bois posés horizontalement sur deux points d'appui, et chargés dans leur milieu, il en a conclu, en suivant la formule de M. Varignon, que la résistance absolue du bois, tiré suivant sa longueur, devoit être de 58 à 60 livres par ligne quarrée, ce que ses propres expériences lui ont aussi confirmé.

LXXX. M. Pitot suppose que le bois oppose la même résistance lorsque les fibres en sont comprimées suivant leur longueur, que lorsqu'ils sont tirés dans la même direction, et il n'a point égard à leurs différentes longueurs, à cause des moises dont il les suppose entretenues. Cependant ces moises ne sont pas également espacées, ni toujours assez proches les unes des autres.

LXXXI. Muschembroeck a cela de commun avec les physiciens qui l'ont précédé, de n'avoir pu faire des expériences assez en grand sur la résistance absolue du bois : mais il les a beaucoup répétées en petit; et l'on croit les devoir préférer, ainsi que les regles qu'il en a déduites et qui sont rapportées aux articles 5 et 30, vu qu'elles

donnent moins de force aux bois qui sont des longueurs qu'on emploie le plus communément, ce qui donne plus de certitude pour le calcul.

LXXXII. La force du bois étant connue et calculée, pour le cas de l'équilibre, suivant ce qu'on vient de rapporter et ce que l'on a dit précédemment, il faut rendre ce bois assez fort au-delà de l'équilibre, non seulement pour être assuré qu'il ne cassera pas, mais encore pour qu'il ne puisse plier sensiblement sous le poids dont on le voudra charger.

LXXXIII. M. de Buffon rapporte dans ses expériences des mémoires de 1741, qu'on a cités ci-devant, combien plusieurs pieces ont baissé étant chargées de différents poids avant d'être rompues, trois différentes pieces de 5 pouces de grosseur et de 14 pieds de longueur, lesquelles ont été rompues sous un poids de 5250 livres, 3400 livres, et 5200 livres : les deux premieres, après avoir baissé de 10 pouces, et la derniere de 13 pouces dans le milieu, n'avoient plié que d'un pouce ou de 15 lignes au plus sous le second millier; le premier millier n'y avoit fait aucun effet bien sensible.

LXXXIV. Une piece de même grosseur de 5 pouces en quarré, mais seulement de 7 pieds de long, a cassé sous un poids de 11775 livres, après avoir plié de 2 pouces 6 lignes, lorsqu'elle fut chargée de 7 milliers, et encore de 9 lignes lorsqu'elle fut chargée de 1500 livres de plus.

LXXXV. M. de Buffon rapporte encore quelques expériences semblables sur des bois de même grosseur, il ne marque pas de même les différents affaissements des autres pieces : mais lorsqu'elles ont plus de 5 pouces, telles que celles des cintres, elles doivent plier encore moins à longueurs égales; et comme les moises entretiennent les pieces sur leurs longueurs et les réduisent, pour ainsi dire, à l'espace qui se trouve d'une moise à l'autre, on croit que les longueurs pourront être évaluées à moins de 14 pieds, étant disposées suivant les dessins qu'on propose, et qu'elles ne plieront pas sensiblement si on ne les charge que du tiers du poids qu'il faudroit pour les rompre, indépendamment des vices et des variétés ordinaires qui se trouvent dans la qualité du bois.

LXXXVI. On se contentera donc d'évaluer la force des bois, dans les calculs qui suivent, au tiers de leur résistance, pour les pieces qui seront chargées latéralement à leurs fibres. A l'égard de celles qui le sont par leurs bouts, comme elles seront moins exposées à plier, on croit, au défaut des expériences qui manquent pour cette position, que l'on peut les charger avec confiance de moitié du poids qu'il faudroit pour les rompre, et qu'elles ne plieront pas sensiblement.

LXXXVII. Les dessins et l'assemblage des fermes étant décidés, ainsi que le poids dont elles doivent être chargées, et la force des bois, il ne s'agit plus maintenant que de fixer leur grosseur. L'on va donner une formule qui doit servir à cet effet.

LXXXVIII. Les principes énoncés articles 5 et 31 sur la force des bois pressés par leur bout, sont que cette force est réciproquement proportionnelle au quarré de la longueur, et directement proportionnelle au côté le plus large, au quarré du côté le plus étroit, et au cosinus de l'angle formé par la longueur de la piece, et la direction de la puissance.

D'après cela, p étant le poids que supporte une piece qui fait un angle κ avec la verticale, dont la longueur est L, le plus grand côté G et le plus petit côté g, pour trouver le poids π que pourroit supporter une autre piece, faisant un angle x avec la verticale, dont la longeur seroit λ, le plus grand côté Γ, et le plus petit γ, il faut faire la proportion suivante, $p : \pi :: \frac{G g^2 \cos. k}{L^2} : \frac{\Gamma \gamma^2 \cos. x}{\lambda^2}$, ce qui donne $\pi = \frac{L^2 p}{G g^2 \cos. k} \cdot \frac{\Gamma \gamma^2 \cos. x}{\lambda^2}$ (1).

Si on connoît π et qu'on veuille déterminer les dimensions de l'équarrissage, en supposant une relation entre Γ et γ, par exemple, que $\gamma = \frac{\Gamma}{n}$, ce qui donne $\Gamma \gamma^2 = n \gamma^3$, on aura l'équation $\gamma = \sqrt[3]{\left[\frac{1}{n}\left(\frac{G g^2 \cos. k}{L^2} \frac{\pi \lambda^2}{\cos. x}\right)\right]} \cdots$ (2)

Pour être en état d'appliquer ces formules, il ne s'agit plus que de faire une expérience qui donne les valeurs de G, g, κ et L, et une hypothese sur la valeur de n.

Muschembroeck conclut de ses expériences, qu'une piece d'un pied de grosseur et de 7 pieds et demi de longueur, mesurée au pied Rhenan, ou de Leyde, lequel est à celui de roi comme 139 : 144, peut porter dans la situation verticale 132544 livres poids de Leyde; la livre de Leyde étant à celle de France comme 100 : 106.

Réduisant toutes ces mesures à celle de France, c'est la même chose que si on disoit qu'une piece verticale de 7,2395 pieds de longueur, et de 0,96527 pieds d'équarrissage, mesurés au pied de roi, a porté 125042 livres poids de marc.

D'après cela on a $G = g = 0{,}96527$; $L = 7{,}2395$; $p = 125042$; $\kappa = o$, d'où on tire $\frac{L^2 p}{G g^2 \cos. k} = 728650$, dont le logarithme $= 6{,}86252$.

Ainsi en adoptant les principes et les expériences de Muschembroeck, on a pour la force d'une piece comprimée par un de ses bouts, $\pi = 728650 \times \frac{\Gamma g^2 \cos. x}{\lambda^2}$. (3)

Supposant que le petit côté γ, qui est horizontal dans les arbalétriers, est les $\frac{5}{7}$ du grand côté qui est vertical, on a $\gamma = \frac{5}{7}\Gamma$ et $\frac{1}{n} = \frac{5}{7} = 0{,}71428$; ce qui donne pour le coëfficient constant, $\sqrt[3]{\left(\frac{1}{n} \frac{G g^2 \cos. k}{L^2 p}\right)}$, exprimé en nombre, 0,0046108, dont le logarithme est $\bar{3},66378$, la caractéristique $\bar{3}$ étant seule négative.

Ainsi l'équation qui donne les côtés des arbalétriers, est $\gamma = 0{,}0046108 \times \sqrt[3]{\frac{\pi \lambda^2}{\cos. x}} \cdots$ (4)

Il faut remarquer que x étant l'angle formé par la piece et la verticale, on peut, au lieu de cosinus x, prendre le sinus de l'angle que la piece fait avec l'horizon.

LXXXIX. Soit proposé de trouver la grosseur des arbalétriers $A\,B$ et $C\,B$ de la ferme d'une arche en plein cintre, de trois toises d'ouverture (FIG. 13), laquelle est destinée à porter tout le poids d'une travée de voûte qui pesera 20045 livres, les fermes étant espacées de 6 pieds de milieu en milieu.

La longueur des arbalétriers est de 6 pieds, et ils sont inclinés à l'horizon de 33°.

Pour conserver à la solidité l'avantage énoncé art. 88, il faut supposer qu'un seul arbalétrier porte les 20045 liv. d'après cela on a $\pi = 20045$; $\lambda = 6$, complément de $x = 33°$. Faisant le calcul par logarithmes, on a

$$\log. \pi = 4{,}30101$$
$$2 \log. \lambda = 1{,}55630$$
$$\text{somme } 5{,}85731$$
$$\log. \sin. 33 = \bar{1}{,}73611$$
$$\text{différence} = 6{,}12120$$
$$\text{prenant le } \tfrac{1}{3} \ldots\ 2{,}04040$$
$$\log. 0{,}0046108 = \bar{3}{,}66378$$
$$\text{somme} = \bar{1}{,}70418 = \log. 0{,}50603$$

Ce qui donne à très peu près 6 pouces pour le petit côté de l'arbalétrier, et par conséquent 8 pouces $\frac{2}{5}$ pour le grand côté, qui doit être les $\frac{7}{5}$ du premier.

XC. On calculera de même les fermes des arches qui suivent, jusques et compris celle de 70 pieds d'ouverture.

XCI. La ferme des arches de 8 toises est composée d'une décharge $A\,B$ de plus de chaque côté, et les arbalétriers $C\,D$ se terminent à la piece D, au lieu d'arriver jusques à la moise du milieu, comme aux arches précédentes; on peut supposer que les arbalétriers sont prolongés en F, et leur longueur sera pour le calcul $A\,D$; à l'égard de la courbe $F\,G$, et de la décharge $A\,B$, qui lui est à-peu-près parallele, on les calculera comme on l'a fait ci-devant; on pourra même, sans erreur sensible, pour la pratique et pour le cas dont il s'agit, réduire ces pieces à une longueur commune et à un angle réduit pour n'en faire qu'un article : cette longueur seroit la moitié de $F\,G$ et de $H\,B$, et l'angle seroit mesuré sur la ligne menée par le milieu des intervalles $F\,H$ et $G\,B$.

XCII. Les décharges $A\,B$ sont assemblées dans les arbalétriers $C\,D$, mais on y a placé des moises qui suppléent à l'affoiblissement que les mortoises doivent y faire; il est bon aussi de leur donner un peu plus de grosseur par le pied, à cause de la seconde mortoise qui s'y trouve, et des efforts des pieces $A\,B$ qu'elles ont à recevoir.

XCIII. La grosseur des pieces pour les fermes des autres arches sera calculée de la même façon : on ne prendra toujours pour ce calcul que celles qui se trouveront entre les deux moises les plus proches du milieu des fermes et d'un seul côté; mais en place des pieces horizontales qui servent de clef, on prendra celles qui se trouvent inclinées à leurs bouts. La longueur des unes et des autres pieces sera toujours mesurée par celles qu'elles auront d'une moise à l'autre.

XCIV. On voit que les pieces les plus élevées des fermes, et que l'on prend pour faire le calcul, sont aussi les plus inclinées et par conséquent les plus foibles; on suppose aussi que ces mêmes pieces sont chargées de tout le poids des voûtes, quoique celles qui leur sont inférieures doivent en supporter une partie : mais on a cru devoir le pratiquer ainsi pour donner encore plus de confiance dans le calcul et dans la solidité des fermes. Si l'on compare d'ailleurs les grosseurs que donne le calcul avec celles que l'on est dans l'usage de donner aux pieces des fermes des mêmes arches, et à leur nombre, on les trouvera encore supérieures, en sorte qu'en assurant d'une part la solidité, on présente de l'autre de l'économie, comme on le verra mieux à l'article 119.

XCV. Pour trouver la grosseur des couchis, conformément à ce qui a été dit aux articles 38, 39, on supposeroit les voussoirs d'un pied d'épaisseur réduite sur la longueur de coupe fixée par la table qu'on a donnée ci-devant, et l'on tiendroit compte de toutes leurs pesanteurs, en sorte que ces couchis seroient d'autant moins chargés qu'ils approcheront plus des premiers voussoirs : on ne met qu'un couchis sous chaque rang de voussoirs.

XCVI. L'épaisseur d'une voûte de l'arche en plein cintre, de 12 toises d'ouverture, doit être par exemple de 3 pieds 6 pouces; et le poids d'un rang de voussoirs, de 6 pieds de longueur sur un pied d'épaisseur réduite, dont le pied cube pese 150 liv. sera de 3150. On a fait connoître, à l'art. 38, qu'il étoit à propos de faire les couchis quarrés; il faut donc présentement trouver la grosseur de ceux qui auroient 6 pieds de longueur, pour qu'ils puissent porter dans leur milieu 9450 liv. triple du poids précédent; la résistance sera par ce moyen trois fois plus forte que le poids, et la piece ne pourra plier sensiblement, comme on l'a remarqué à l'article 87, indépendamment de ce que, le poids étant distribué sur toute la longueur des couchis, on sait, suivant les regles de la méchanique, qu'ils pourroient porter un poids double de celui qu'a employé M. de Buffon, en les chargeant d'un seul poids dans le milieu.

XCVII. On voit, par les expériences de M. de Buffon (1), que deux pieces, de 7 pieds de longueur et de 5 pouc. d'équarrissage, ont porté, l'une 11775 liv. l'autre 11275 liv. de poids moyen; mais les forces des pieces quarrées sont entre elles en raison directe des cubes de leur grosseur, et en raison réciproque de leur longueur.

XCVIII. Si l'on nomme G la grosseur de la piece sur laquelle on a fait l'expérience, L sa longueur, et P le poids qu'elle a porté; X la grosseur cherchée de l'autre piece, (l) sa longueur, et P le poids qu'on veut la rendre capable de porter: on aura $P : p :: \frac{G^3}{L} : \frac{X^3}{l}$, d'où l'on tire $x = \sqrt[3]{\frac{PlG^3}{PL}}$.

XCIX. Le calcul étant fait, comme l'indique la formule, il viendra 4 pouces 6 lignes pour la grosseur cherchée, et ainsi des autres.

C. On remarquera que l'épaisseur des fermes diminuera d'environ 9 pouces la portée des couchis, et que le poids des voussoirs, qui sera par ce moyen aussi diminué d'un huitieme, sera partagé sur leur étendue, au lieu d'être réuni à leur milieu, comme on vient de le supposer, ce qui rendra ces pieces encore plus fortes: alors la force de ces couchis sera au poids qu'ils doivent soutenir, comme 384 à 49.

CI. Si l'on vouloit donner une moindre grosseur aux couchis inférieurs qui ont aussi moins à porter, et qu'on voulût savoir, par exemple, celle qu'il faudroit donner à ceux qui seroient placés à la hauteur de 30 degrés pour la même arche de 10 toises d'ouverture, on remarquera que le plus grand poids que puisse avoir ce rang de voussoirs, sera à la pesanteur absolue, comme le sinus de l'angle d'inclinaison du plan sur lequel il est posé, et qu'on suppose être de 30 degrés, sera au sinus total, abstraction faite des frottements; mais la pesanteur absolue est, comme on l'a vu à l'article 108, de 3150 liv. et ces sinus ont entre eux comme 1 est à 2, ce qui réduira le poids à 1575 liv.

CII. Le poids étant triplé, et le calcul fait suivant la formule de l'article 92, on aura 3 pouces 6 lignes pour la grosseur des couchis.

CIII. Le calcul donne 3 pouces 10 lignes 3 quarts de grosseur pour les couchis qui sont placés à la hauteur de 45 degrés: ces dimensions peuvent guider dans certains cas pour l'emploi des bois les plus foibles.

CIV. Si l'on fait le calcul, l'on verra que jusques à 15 toises d'ouverture, la grosseur des principales pieces n'excede guere 12 à 16 pouces, ce qui peut se trouver pour ces sortes d'arches; mais il faudroit des bois trop forts pour les autres, et trop difficiles à trouver, puisqu'il faudroit leur donner jusqu'à 15 et 21 pouces pour les arches de 24 toises.

CV. Les cintres du pont commencé en 1707, par M. Mansard, sur l'Allier, à Moulins, dont l'arche du milieu avoit 23 toises, et les deux collatérales 17 toises 3 pieds d'ouverture, le tout surbaissé au tiers, étoient à-peu-près faits comme ceux que l'on propose ici pour les mêmes ouvertures; mais quand on commença à les charger, on s'apperçut qu'ils ne seroient point de force suffisante, et l'on fut obligé de les fortifier par d'autres pieces, même d'y battre, à ce que l'on prétend, des pieux pour soutenir les fermes de la grande arche dans leur milieu.

CVI. On pense par cette raison que l'on ne doit pas employer les cintres retroussés aux arches qui excéderont 20 toises d'ouverture: la principale utilité que l'on retire de ces cintres est de livrer une évacuation plus libre à l'eau, et d'y faire même quelquefois passer des bateaux; mais, dans les plus grandes arches, on trouveroit le même avantage lors même que l'on y mettroit plusieurs files de pieux dans leur milieu pour soutenir les cintres: il faut pour lors avoir attention de battre les pieux bien au refus du mouton, et de les coëffer et entretenir entre eux, de façon qu'ils ne puissent s'enfoncer ni se déranger sous la charge.

CVII. On a ponctué, sur les fermes des arches de 15 toises, et sur la gravure de l'arche de 25 toises, que j'ai projetées pour être faites sur la Seine à Melun, les pieux et les autres pieces que l'on propose d'ajouter aux mêmes fermes pour les fortifier et pour diminuer, par ce moyen, la grosseur ainsi que le nombre des pieces: en se servant des fermes des cintres retroussés, on évite une partie des inconvénients qu'on a rapportés aux articles 14 et 15.

CVIII. On a vu, article 73, que le grand arc supérieur *L I*, d'une voûte surbaissée (FIG. 8), comprenoit, pour ainsi dire, toute la partie de la voûte qui charge les cintres, moyennant quoi il faut que les pieces *L A* et *A A* soient assez fortes pour porter le poids dont elles sont chargées, de même que celles qui les soutiennent, telles que les moises *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, et les décharges *D L*, *L F*.

CIX. La plus grande partie, ou tout au moins la moitié du poids de la voûte, sera portée par les pieux qui se trouveront sous chaque ferme, sur lesquels s'appuient les pieces précédentes: il ne restera donc tout au plus qu'un quart du poids de la voûte de chaque côté des fermes à porter par les pieces *L M*, *M N* et *O K*; les autres pieces *N P* et *K Q* ne serviront que pour fortifier et entretenir les principales pieces. Les moises *G H* de la partie supérieure de la ferme pourront d'ailleurs être supprimées: c'est ce que l'on va examiner sur la ferme de la même arche de 15 toises de diametre.

CX. Quoique les cintres retroussés paroissent ne pas convenir pour les grandes arches, cependant on croit qu'il faut en conserver la disposition pour éviter partie des inconvénients auxquels les autres cintres sont sujets, et que l'on a rapportés aux articles 14 et 15. On pense même qu'il suffira d'y faire un léger changement, tel qu'on l'a ponctué sur les mêmes fermes retroussées, dont on a donné le dessin pour les arches de 15 toises et au-dessus.

(1) Mémoires de l'académie, 1741, page 329.

CXI. Le changement que l'on propose consiste à battre des files de pieux espacés sur leur longueur, comme les fermes, et immédiatement au-dessous; leur distance sur la largeur doit être fixée de façon que les moises *A B* (FIG. 8) étant prolongées, elles puissent joindre le côté inférieur des chapeaux dont on coëffera ces pieux un peu au-dessus des plus hautes eaux de l'été; ces moises embrasseront des entretoises *R S*, et des décharges *L P*, qui porteront la moise *E F*, et aussi les pieces *A A*, *Q Q*, qu'elle embrasse dans leur milieu; on mettra aussi des décharges *D L* qui soulageront de même les pieces *L A*; les assemblages haut et bas seront faits par embrévement, et l'on pourra serrer les décharges en chassant des coins *L* à leur bout, et à l'à-plomb des chapeaux des pieux.

CXII. On a vu ci-devant, article 71, que le poids de l'arc supérieur de 60 degrés (FIG. 8) est, pour ainsi dire, le seul qui charge les cintres. Ce poids est, suivant la table précédente, de 357957 livres, en supposant le plus grand diametre de la voûte de 15 toises; et chaque partie *L C*, *C A* et *A E*, en comprendra la sixieme partie, qui sera de 59659 livres, sans réduction, parceque ces voussoirs chargent les cintres presque par toute leur pesanteur absolue dans les parties *A E*, sur lesquelles le calcul doit être fait, les pieces étant plus foibles à cause de leur position horizontale, que celles des parties *I C* et *C A*, qui, indépendamment de ce qu'elles sont obliques, sont aussi moins chargées.

CXIII. Les pieces *A E* ont 10 pieds de longueur entre les moises qui leur servent de point d'appui. Des pieces de pareille longueur, et de 8 pouces d'équarrissage, ont porté, suivant les expériences de M. de Buffon (1), 27750 liv. On en conclura, suivant l'article 91, la grosseur qu'il faudroit donner à cette piece et à celle *Q P*, qui participera également au poids à cause de la moise *G H*, au moyen de quoi la résistance de ces deux pieces réunies de chaque côté sera triple du poids qu'elles doivent porter, ainsi qu'on a remarqué, article 87, qu'il étoit convenable de le faire; ou bien l'on pourroit encore faire que leurs côtés fussent entre eux dans le rapport de 5 à 7. On remarquera aussi que le veau ou la partie de la courbe qui se trouve au-dessus de la premiere piece, doit aussi la fortifier un peu, de sorte que l'on croit que l'on pourra réduire ces pieces à une force moindre.

CXIV. Si l'on vouloit trouver la force que doivent avoir les décharges *D L*, *L P*, l'on remarqueroit premièrement que les pieces *N P*, qui sont inclinées de 10 degrés, doivent porter partie des 59659 livres précédentes, que l'on suppose charger totalement en *E*, comme si les pieces *A A* et *Q Q* étoient sciées dans la moise; secondement, qu'il faudroit redoubler le poids qu'elles pourroient porter pour avoir toute la solidité convenable.

CXV. Il faudra donc soustraire le double du poids dont on vient de faire mention, de 59659 livres, pour avoir le poids que les décharges *L P* auront à soutenir; il sera aisé d'avoir leur grosseur, en faisant le calcul conformément à l'article 91, sachant que ces décharges ont leur inclinaison de 38 degrés, et leur longueur de 12 pieds.

CXVI. Les moises *A B* sont chargées, d'une part, de la moitié du poids de l'arc *A E*, et, d'autre part, de la moitié de l'arc égal *C A*, excepté la diminution qui devroit résulter de la plus grande inclinaison des voussoirs, et à laquelle, pour plus grande solidité, on n'aura point égard, en sorte que l'on supposera que chacune de ces moises aura 59659 livres à porter: mais elles seront soulagées par les pieces *K Q*, *Q Q*, dont on réduira la force à moitié, comme ci-devant; donc ces moises *A B* auront tout au plus à porter 59659 liv. moins la moitié des forces *K Q*, *Q Q*.

CXVII. Ces moises doivent avoir chacune 8 pouces en quarré; ce qui donne 18 pouces de largeur pour les deux de chaque côté, que l'on réduira à 9 pouces, à cause de leur entaille; elles ont 6 pieds de longueur entre leurs points d'appui les plus proches, et elles sont inclinées de 81 degrés. On trouvera, si l'on fait le calcul, que leurs forces étant réduites à moitié, seront beaucoup plus considérables que le poids qu'elles auront à porter.

CXVIII. Il convient de donner aux décharges *D L* la même grosseur que celle qu'on a trouvée pour *L P*, qu'elles doivent contrebutter; leur longueur est de 10 pieds, et leur inclinaison de 19 degrés; leur force réduite à moitié sera la force dont la partie supérieure de la ferme sera fortifiée de chaque côté.

CXIX. Les pieux auront à résister aux charges réunies des pieces *D L*, *L P*, *A B*. Si leur longueur hors de terre est supposée de 20 pieds, que l'on réduira à 10 pieds en y mettant des moises d'un sens et d'un autre en retour d'équerre à moitié de leur hauteur, on trouvera, par le calcul, la grosseur qu'il faudra que ces pieux aient par leur bout d'en bas à la sortie des terres, pour que leur résistance soit double du poids qu'ils auront à porter.

CXX. On voit par la table que le poids réduit en total des voussoirs qui doivent charger chaque ferme de cette arche, est de 325415 livres. Si l'on en déduit celui dont les pieux seront chargés, l'on aura le poids pour la charge des trois pieces *M L*, *M N* et *O K*, d'un côté, et autant pour celle du côté opposé: par là l'on trouve que les pieux seront chargés du tiers du poids total; et les points d'appui, pris près les naissances, à-peu-près d'un égal poids de chaque côté.

CXXI. Si l'on donne 9 pouces de grosseur aux pieces *M L*, *M N* et *O K*, leur longueur entre les moises étant 5 pieds, et les angles qu'elles forment avec l'horizon, de 52 degrés 37 minutes, et 44 degrés par le même ordre qu'on vient de les indiquer, la force réduite à moitié de ces trois pieces sera suffisante pour soutenir le poids dont on vient de parler; mais, pour plus de sûreté, on pourra leur donner 10 pouces de hauteur au lieu de 9 pouces.

CXXII. L'on a cru devoir rendre compte de la maniere dont on doit calculer la force de la ferme, parcequ'elle

(1) Mémoires de l'académie, 1741, page 332.

differe un peu de celles qu'on a employées pour les arches moins grandes, et l'on s'est servi de la même méthode pour les fermes des arches de 18, 21, 24 ou 25 toises.

CXXIII. La ferme proposée par M. Pitot [1], pour une arche de 10 toises en plein cintre (FIG. 5), doit contenir, suivant les grosseurs qu'il donne aux bois, la quantité de 105 solives; mais la ferme proposée pour la même arche (FIG. 6) n'en contiendra que 93. Il y aura donc 12 solives ou 36 pieds cubes de bois d'épargné pour chaque ferme, ce qui feroit 72 solives pour une arche de 10 toises.

CXXIV. Si l'on calcule présentement la force du cintre de M. Pitot, suivant la méthode qu'on a employée dans ce mémoire pour les fermes de même grandeur, on la trouvera de 76447 liv. pour un côté de la partie supérieure de la ferme, et l'on ne tient point compte de l'autre côté, pour que la résistance soit double du poids de la voûte.

CXXV. La pesanteur totale de la voûte, dont l'épaisseur est fixée à 3 pieds 1 pouce, et le poids de la pierre à 150 livres le pied cube, sera 275084 livres; mais la partie supérieure du cintre n'en portera que moitié de la voûte, l'arc qu'elle comprend n'étant que de 90 degrés. Le poids étant encore réduit dans le rapport qu'a cet arc à la corde qui le soutient, suivant l'hypothese de M. Pitot, confirmée par M. Couplet; il viendra 124132 livres pour celui dont cette partie sera seulement chargée, en sorte qu'il reste 47685 livres. que l'entrait *MM* (FIG. 3) et la semelle au-dessous auront encore à soutenir dans leur milieu par le poinçon *PX*, sinon cet effort sera rapporté latéralement aux fibres des arbalétriers par les moises et les potelets qui soutiennent les courbes.

CXXVI. Il est vrai que M. Pitot fait abstraction, dans son hypothese, du poids des voussoirs supérieurs, lequel fait obstacle à la descente de ceux sur lesquels ils sont appuyés, et qui doit un peu diminuer le poids qu'on vient de trouver : mais aussi il se proposoit 7 pieds d'épaisseur à la voûte, au lieu de 3 pieds qui suffisent; et sa pierre devoit peser 10 livres par pied cube de plus que celle sur laquelle on a fait les calculs précédents, en sorte que la ferme se trouveroit beaucoup trop foible, si elle avoit effectivement à porter cette charge : cependant M. Pitot a trouvé que la partie supérieure de cette même ferme pourroit porter 1160000 livres, en sorte que la force seroit environ décuple de celle du poids qu'on a trouvé précédemment; ce qui ne peut provenir que de la trop grande force qu'il attribue au bois, et de ce qu'il n'a point égard à la diminution qui doit résulter de sa plus grande longueur.

CXXVII. Si l'on calcule la force de la nouvelle ferme suivant la méthode de M. Pitot, on la trouvera de 872104 livres, au lieu de 122259 livres, poids réduit aux $\frac{4}{9}$ de celui total de la voûte dont chaque ferme doit être chargée, lorsqu'elles sont espacées à 6 pieds les unes des autres.

CXXVIII. On voit donc, d'une part, que les fermes que l'on a comparées sont beaucoup trop fortes, si l'on en juge par le calcul de M. Pitot, tandis que, suivant le nouveau calcul, sa ferme est à peine assez forte pendant que l'autre l'est suffisamment, celle-ci contenant moins de bois, ce qui lui donne un avantage de plus.

CXXIX. Les fermes ont été espacées jusqu'à présent à 6 pieds les unes des autres, et la pierre a été supposée devoir peser 150 livres le pied cube. Lorsque le poids sera différent, il conviendra aussi de changer la distance des fermes pour leur conserver dans tous les cas la même force qu'on aura voulu leur donner.

CXXX. La pierre ou la maçonnerie la plus légere qu'on pourroit employer aux ponts, pese environ 120 livres le pied cube, et la plus pesante, qui est le grès, 150 livres. Il est vrai que dans certaines provinces on emploie le marbre, dont le poids excede quelquefois 220 livres : cette construction n'est pas commune, et le plus souvent on substitue du moellon ou de la pierre moins pesante sur le reste des voûtes entre les têtes, ainsi que dans leur partie intérieure.

CXXXI. Lorsque la pierre pesera, par exemple, 120 livres le pied cube, on voit que le poids étant diminué dans le rapport de 5 à 4, on pourra aussi éloigner les fermes en raison inverse de ce rapport, c'est-à-dire qu'on pourra les espacer à 7 pieds 6 pouces au lieu de 6 pieds, et ainsi des autres: voici une table qui épargnera la peine d'en faire le calcul.

Poids du pied cube de la pierre, du moellon, de la brique, etc.	*Distance des fermes.*		
	pieds	pouces	lignes
120 liv.	7	6	0
130	6	11	0
140	6	5	1
150	6	0	0
160	5	7	6
170	5	3	6
180	5	0	0
Pesanteur extraordinaire.	*Distance des fermes.*		
190	4	8	10
200	4	6	0
210	4	3	5
220	4	1	1

(1) Mémoires de l'académie, 1726, page 118.

CXXXII. Quoiqu'on ait donné la distance des fermes pour les différents poids de la pierre dont elles seront chargées, on sent bien qu'on ne pourra pas toujours s'y assujettir; cet espacement dépend de la longueur des voûtes qu'on divise en parties égales pour y placer les fermes : mais, lors de cette division, il faudra la faire approcher autant qu'on le pourra des espaces que donne le calcul.

CXXXIII. Les différents éloignements des fermes feront aussi varier la longueur des couchis ou madriers, ainsi que leur force : mais le poids qu'ils auront à soutenir sera toujours le même ; et si on le suppose réduit au milieu, comme on l'a fait précédemment, on trouvera, par le moyen de la formule rapportée ci-devant, $\sqrt[3]{\frac{plG^3}{PL}} = x$, la grosseur convenable pour la longueur donnée aux couchis.

CXXXIV. Si le couchis d'une arche de 10 toises d'ouverture en plein cintre a, par exemple, 7 pieds 6 pouces de longueur, ce qui n'a lieu que pour la pierre la plus légere, il faudra lui donner 5 pouces 3 lignes de grosseur, et seulement 4 pouces lorsqu'on le réduira à 5 pieds, pour porter de la pierre qui peseroit 180 livres le pied cube, le tout au lieu de 4 pouces 6 lignes qu'on a trouvé, article 111, qu'il falloit lui donner pour porter de la pierre de moyenne pesanteur entre les précédentes.

CXXXV. Tous les bois ont été supposés de chêne : il arrive souvent qu'on en emploie d'autres qualités, et principalement de celle de sapin. Il faudra avoir égard à leur force, ce qui pourra se faire sans rien changer aux fermes ni aux calculs qu'on a donnés. Il suffira pour lors de rapprocher ou d'éloigner ces fermes en raison directe de la force absolue des bois.

CXXXVI. Le chêne, par exemple, est moins fort que le sapin suivant les expériences de M. Parent, dans le rapport de 300 à 358, ou à-peu-près de 5 à 6 : ainsi il faudra augmenter la distance fixée pour les fermes faites en bois de chêne, dans le rapport de 5 à 6, lorsqu'on emploiera du bois de sapin; ce qui donnera 7 pieds 2 pouces $\frac{2}{5}$, au lieu de 6 pieds, pour leur espace de milieu en milieu.

CXXXVII. Si le bois étoit un peu mou et qu'il pliât plus que le chêne, comme le remarque M. Parent lors de ses expériences sur le sapin, il faudroit rapprocher la distance des fermes : en matiere de construction on ne sauroit trop favoriser la solidité.

CXXXVIII. Cette derniere considération doit souvent porter à négliger, dans les calculs, des parties dont le méchanisme auroit été fort long et fort compliqué. Il n'étoit pas question absolument de trouver l'équilibre de la résistance des corps, puisqu'on a doublé et quelquefois même triplé la résistance des bois; ce travail auroit encore augmenté ce mémoire. on présume qu'il auroit été peu utile.

CXXXIX. Nous observerons qu'indépendamment des pieces qui composent les fermes, les liernes, moises et couchis, on doit aussi placer entre ces fermes d'autres pieces en escarpe, nommées *contrevents*, pour contrebutter et empêcher les fermes de se déranger de la position verticale.

CXL. Nous terminons ce mémoire par la description de la planche N°. 73, et les calculs qui y sont relatifs.

Cette planche représente la travée d'un pont de charpente, établi sur des culées et piles de maçonnerie qui seront disposées à recevoir par la suite des voûtes en pierres.

Cette travée aura 96 pieds entre le nud des parements des piles ou culées, et 100 pieds au-dessus de la maçonnerie qui sera élevée jusques dans les poutrelles.

Chaque ferme se trouve composée de cinq cours d'arbalétriers triples et jointifs, cotés *A*, assemblés mutuellement à redans, de 18 lignes de profondeur. La longueur de chaque arbalétrier sera de 19 pieds 3 pouces, sur 12 pouces de large et 15 pouces de haut, liés ensemble avec trois boulons de fer de 18 lignes de grosseur, taraudés d'un bout, et serrés avec des écrous et rondelles.

Ces fermes seront posées en portion d'arc de cercle, dont la corde aura 96 pieds, et la fleche 9 pieds, en établissant autant qu'on pourra la naissance de l'arc à la hauteur des plus grandes eaux. Les bouts de ces arbalétriers jointifs seront arrondis en portion d'arc, d'après un rayon qui aura, pour longueur, celle des arbalétriers, et assemblés dans quatre moises pendantes *B*, chacune de 15 pouces de largeur et 18 pouces d'épaisseur; ce qui donnera 3 pieds pour les deux, qui seront boulonnées jointivement ensemble avec pareils boulons de 18 lignes de grosseur. On pratiquera dans ces moises des entailles sur la même courbure qui aura été donnée aux bouts des arbalétriers, en laissant, au milieu de leur hauteur, 3 pouces d'épaisseur de bois de droit fil, pour que leurs bouts ne se touchent point, et qu'ils puissent prendre dans les mortoises le jeu qui conviendra au systême général de leur mouvement; le bout d'en bas *C*, des premieres parties, vers leur naissance, sera encastré sur la même courbure, dans un renfort de deux pieds de saillie que l'on fera aux assises de la pierre de taille du dessus des piles, lequel sera retaillé comme on en use pour les bossages, lorsqu'il sera question de faire les travées en pierres.

Pour empêcher ces arbalétriers de s'écarter de leur plan vertical, on posera six cours de moises horizontales *D*, qui embrasseront les moises pendantes, chacune de 48 pieds de long, et 8 pouces de haut, sur 15 pouces de large, qui en donneront 30 étant boulonnées ensemble jointivement avec de forts boulons.

On posera de plus 9 cours de liernes horizontales *E*, chacune de même longueur, de 48 pieds et de 8 et 9 pouces de grosseur, qui seront retenues entre elles par le boulon du milieu des arbalétriers, en les entaillant de 3 pouces mutuellement avec les arbalétriers.

Les six cours de poutrelles *F*, qui se termineront à la partie du milieu des arbalétriers, auront 12 pouces de largeur, et 15 de hauteur; les arbalétriers supérieurs *G* de cette partie du milieu, tiendront lieu de poutrelles.

Pour soutenir celles qui porteront sur les piles et culées, on posera 12 liens en contrefiches *H*, chacun de 13 pieds 6 pouces de long, sur 9 à 10 pouces de grosseur, sans qu'il soit besoin d'y employer de sous-poutrelles.

Huit contrevents *J*, pour empêcher la ferme de se déverser, chacun de 23 pieds de long, et 9 et 10 pouces de grosseur; les couchis *I* auront 6 pouces d'épaisseur; et les 11 pieces de pont *M*, chacune 8 et 9 pouces.

Il sera posé un entablement de charpente pour couronner chaque ferme des têtes, lequel sera composé d'un cours de plinthe *N*, chacun de 15 pouces de haut, compris un pouce pour l'écoulement des eaux de dessus, et pareille largeur de 15 pouces; un quart de rond *O*, avec filet de 2 pouces au-dessous, de 12 pouces de haut, et 21 pouces de large, et un garde-terre *P*, au-derriere du plinthe, de 12 pouces de large, et 18 pouces de haut: cet entablement recouvrira les bouts des couchis et des pieces de pont, en les assemblant dans le derriere du quart de rond, et les posant sur des lambourdes *Q*, au droit des parties qui ne pourront pas être établies sur les arbalétriers *G*.

Les garde-fous *R* seront faits en fer forgé: ils seront composés de 6 pieds en 6 pieds, de montants de 2 pouces de grosseur, en quarré, arrondis par le bas, pour traverser le garde-terre et le derriere de la piece formant quart-de-rond, ainsi que les lambourdes, qu'ils soutiendront même en partie, au moyen des forts écrous avec rondelles qui y seront posés: la traverse de l'appui de ces garde-fous aura deux pouces de large, et 18 lignes de haut; et les deux cours horizontaux de dessous auront chacun 18 lignes de grosseur.

Ce pont doit avoir 46 pieds de large en dehors des garde-terres, dont 6 pieds pour une banquette de chaque côté, qui sera pavée en grès refendu, posé avec mortier de ciment; cette largeur comprend une assise de pierre de taille *T*, d'un pied de largeur, et 18 pouces de haut, fondée sur maçonnerie; on fera des revers de 2 pieds au-devant de cette assise, et une chaussée de 30 pieds en pavé de grès de l'échantillon de 8 à 9 pouces, bombée de 9 pouces en son milieu, et posée sur une forme de sable de 6 pouces, le tout pour le passage des voitures.

On conseille, pour la conservation des bois, de poser, sur les couchis, des tables de plomb d'une ligne et demie d'épaisseur, soudées entre elles seulement jusqu'aux assises de pierres des trottoirs, en observant de mettre des fourrures sur les couchis pour diriger par des pentes convenables les eaux vers les quatre tuyaux de fonte *U*, servant de gargouilles, qu'il faudra pour lors placer à chaque travée sur l'alignement du ruisseau des revers.

CXLI. On a vu, par mon mémoire sur les cintres des ponts, page 643, que la résistance des bois de même longueur et grosseur doit être exprimée par le quarré de leur hauteur, lorsqu'ils sont disposés, comme on le propose ici, de maniere à ne pouvoir plier sur leur moindre dimension, en sorte que les trois arbalétriers entaillés mutuellement à redans, et réunis jointivement de 3 pieds 3 pouces de hauteur, auront plus du triple de force que s'ils étoient isolés au même pont; c'est ce qui constitue la résistance de la travée que l'on propose, et aussi une grande économie pour l'emploi des bois.

Si l'on veut calculer cette force d'après la moyenne des trois expériences de M. de Buffon, qui sont citées dans ce mémoire, art. 83; on trouvera que les parties des trois arbalétriers horizontaux et réunis du haut de cette ferme, peuvent être chargées perpendiculairement dans leur milieu, pour les rompre, en leur supposant seulement 18 pieds de longueur, à cause de leur assemblage dans les moises pendantes, qui en raccourcissent les points d'appui d'un poids de 1488840 livres. On réduira ce poids au tiers, d'après ce qui est dit art. 86, afin que ces pieces ne puissent pas même plier; ce qui donnera une charge de 496280 liv. et pour les six pareilles parties des six fermes, un poids de 2977680 liv. dont on pourra les charger sans rien risquer.

L'on peut d'ailleurs considérer que près des $\frac{4}{5}$ du poids de cette travée se trouvent correspondre aux quatre parties des arbalétriers triples qui sont inclinés, et qui acquierent par cette position, comme cela est expliqué dans mon mémoire, encore plus de force et de résistance sous la charge, qu'étant placés horizontalement, comme l'est la partie du milieu des mêmes fermes, d'après laquelle on a fait les calculs précédents; mais on ne considérera ces parties inclinées que comme des points d'appui qui doivent soutenir la partie horizontale avec une supériorité de force convenable à leur fonction.

CXLII. Il est question présentement d'examiner le poids entier de cette travée de charpente, ainsi que des tables de plomb, du pavé du dessus, et de ses garde-fous et boulons de fer; on en a fait un toisé et un état particulier, dont on va donner l'extrait.

2700 solives de bois de chêne, chacune de 3 pieds cubes, du poids de 65 livres le pied, à cause de la seve qui peut encore y rester lors de son emploi, produit ci.	526500
Les boulons de fer des arbalétriers des moises et des liernes sur une longueur totale de 465 pieds, chacune de 18 lignes de diametre, produisent un cube de 5 pieds $\frac{1}{2}$; en évaluant le poids du pied cube à 545 livres 2 onces 4 gros, et un peu plus, suivant M. Brisson, on aura un poids de.	2997
Les garde-fous de chaque tête, ayant ensemble 36 toises de longueur, peseront à-peu-près.	7450
Les étriers, les tirants, chevillettes pour attacher les couchis, les clous et autres fers évalués à.	1000
	537947

De l'autre part.	537947
Une table de plomb de 114 pieds de longueur, compris l'épaisseur d'une pile, sur 37 pieds de largeur, avec les recouvrements des tables, et 6 pouces de plus dont elles remonteront contre les murs des trottoirs, le tout sur une ligne et demie d'épaisseur, faisant en cube 43 pieds $\frac{15}{16}$, produit, sur le pied de 794 l. 10 onces 4 gros et un peu plus le pied cube.	34920
Les mêmes murs de chaque trottoir, de 2 pieds de haut et 15 pouces, réduits d'épaisseur, produisent 540 pieds cubes, dont le poids réduit sera à-peu-près de 140 livres pour le pied, ci.	75600
La charge en recoupe de pierres sous le pavé de ces trottoirs, de 20 pouces de hauteur et 4 pieds de largeur de chaque côté, faisant 1440 pieds cubes, à raison de 120 livres le pied cube.	172800
Le pavé de grès refendu en deux, avec la forme de ciment, de 9 pouces de hauteur, et 4 pieds de largeur de chaque côté, fait 348 pieds, et produit sur le pied de 130 livres le pied cube.	45240
Le pavé de grès de 8 à 9 pouces d'échantillon, et la forme de table avec son bombement, de 34 pieds de large, le tout sur la longueur de 108 pieds, compris l'épaisseur d'une pile, sur le pied de 130 livres, poids réduit pour chaque pied cube du sable et du grès, produit.	777360
Les quatre tuyaux de fonte qui doivent servir de gargouille.	600
Il convient d'ajouter au poids de cette travée, celui de quatre voitures, chargées chacune de 6000 l. que l'on supposera pouvoir y passer en même temps.	24000
Total général du poids d'une travée.	1668467

CXLIII. Il suit des calculs précédents que les parties supérieures horizontales des six fermes seroient elles seules assez fortes pour porter un poids qui approche assez du double de celui dont elles doivent être chargées, en supposant même que cette charge agira perpendiculairement sur le milieu de la longueur des arbalétriers de cette partie, au lieu que le poids se trouve également distribué sur un pont dans toute leur longueur. Les géometres savent que pour lors les pieces horizontales peuvent porter un poids double de celui dont il faudroit les charger dans leur milieu pour les faire seulement plier; en sorte que, pour cette derniere considération, la force des fermes se trouvera à-peu-près quadruple au poids auquel elles auront à résister. On doit encore remarquer que les liens en contrefiches *H* reporteront sur les piles ou culées une partie du poids des travées, et que M. de Buffon n'a point eu égard au poids des pieces qu'il a mises en expériences, quoique ce poids ait dû contribuer à les faire plier et à les rompre.

La résistance sera même si grande, que l'on pourroit penser que les fermes se trouveroient trop fortes : mais on doit considérer que les bords ont souvent des nœuds vicieux et des défauts cachés qui les affoiblissent, et que ceux des ponts se trouvent continuellement et promptement altérés par la vapeur de l'eau ; ce qui doit obliger de les rendre très fortes pour les faire durer plus long-temps et pour la sûreté publique.

CXLIV. La travée de charpente que l'on vient de décrire pourroit convenir pour établir un pont de bois sur la Seine au droit du cours de la Salpétriere, ou sur une autre riviere, en multipliant convenablement les travées; il seroit même préférable à celui que j'ai proposé pour le même endroit que l'on trouvera dans le présent ouvrage (Pl. XLVIII), parceque les travées seroient établies sur des piles et des culées de maçonnerie qu'on disposeroit, comme je l'ai déja dit, pour recevoir, par la suite, des arches de pareille construction; sur quoi j'observerai, comme je l'ai déja fait ailleurs, que l'on ne doit faire des ponts de bois que provisoirement, lorsqu'on se trouve plus près des forêts que des carrieres, ou bien que l'on manque de fonds pour faire des ponts en pierres.

CXLV. Avant de terminer ce mémoire, je crois devoir faire remarquer que la description de la travée de charpente peut indiquer le moyen d'y substituer un pont de maçonnerie avec des têtes et arcs doubleaux de pierre faits en place de chaque ferme, dont l'espace de l'un à l'autre seroit voûté avec briques en portion d'arc, en établissant leur naissance de niveau sur les têtes et arcs doubleaux à environ 4 pieds seulement plus bas que le dessus du pavé pour le recevoir, ainsi que les trottoirs.

Ces petites voûtes seroient continuées sur l'épaisseur du haut des piles qu'elles traverseront perpendiculairement, et sur le même alignement pour chaque voûte, d'une culée à l'autre du pont : on observera de ne faire partir les ouvertures dans les piles, que de la hauteur à laquelle peuvent arriver les glaces pour ne pas affoiblir ces piles contre leur choc et celui des bateaux.

Il résulte du tout une nouvelle construction solide et très économique, qui pourroit aussi faciliter d'éloigner les arcs doubleaux des têtes jusques à 8 ou 10 pieds, au lieu de six pieds proposés ci-devant pour la distance du milieu d'une ferme à l'autre, en prenant les précautions nécessaires et convenables pour empêcher l'écartement des têtes.

On ne doit pas craindre que ce déversement puisse avoir lieu pour les arcs doubleaux qui seront maintenus en équilibre dans leur position verticale, par la poussée des voûtes de briques qui se fera également de part et d'autre, en observant de les fermer toutes ensemble à chaque arche.

On peut enfin concevoir que l'un et l'autre genre de ces constructions, soit en charpente ou en maçonnerie, peuvent être appliqués à des arches qui auroient plus ou moins de 96 pieds d'ouverture.

PONT DE LOUIS XVI,

PROJETTÉ POUR ÊTRE CONSTRUIT SUR LA SEINE

AU DROIT DE LA PLACE LOUIS XV.

Le nombre considérable des maisons qui ont été bâties, depuis la construction du Pont-royal, dans les fauxbourgs Saint-Germain et Saint-Honoré, paroît exiger l'établissement d'un autre pont, pour ouvrir une nouvelle communication entre ces fauxbourgs, qui pourroient faire ailleurs chacun une grande ville : on a, dans cette intention, fait le projet de ce pont, pour être placé au droit de la place Louis XV, sur l'alignement du milieu de la rue royale et du palais Bourbon. La distance de ce pont au Pont-royal seroit de 430 toises, c'est-à-dire, à 35 toises près, la même que celle du Pont-royal au Pont-neuf. On donne ci-après une vue perspective de ce pont (Pl. XLV), un plan de son emplacement (Pl. XLVI), et un plan, coupe et élévation de ce pont (Pl. XLVII).

Le modele de ce pont ayant été mis à Choisi sous les yeux du feu roi par M. l'abbé Terray et M. Trudaine, il fut agréé de sa majesté, et près d'être exécuté. Il est d'autant plus convenable de s'en occuper, que l'utilité de ce pont avoit déja été reconnue, et sa construction en bois ordonnée par lettres patentes du roi, en date du 3 juillet 1725, enregistrées au parlement le 26 du même mois.

Ce pont doit être composé de cinq arches : celle du milieu aura 88 pieds d'ouverture, les deux collatérales chacune 80 pieds, et celles qui joindront les culées 72 pieds chacune. Le débouché total sera donc de 65 toises 2 pieds; et comme celui des cinq arches du Pont-royal n'est que de 56 toises 1 pied, il se trouvera 9 toises 1 pied d'ouverture de plus pour le passage des eaux. Il faut déduire de cet excès de débouché l'emplacement du chemin de halage, au-dessus duquel cependant les eaux pourront passer.

La largeur de ce pont doit être de 48 pieds entre les têtes, compris 7 pieds et demi pour chaque trottoir. Les piles doivent avoir 9 pieds d'épaisseur, mesurées à leur nu au-dessus des fondations : celles-ci seront établies par assises en retraite sur des pilotis, racinaux et plate-formes de charpente, formant empatement de 5 pieds tout au pourtour.

Chaque pile doit être composée, à ses extrémités, de deux corps quarrés, chacun de 11 pieds 3 pouces de longueur, mesurés d'après l'alignement des têtes. Ces corps quarrés sont terminés à chaque bout par un pilier rond de 9 pieds de diametre en forme de colonne, laquelle sera engagée d'un quart de son diametre dans les corps quarrés. Les colonnes des extrémités formeront les avant et arriere-becs, ayant toute leur saillie de 6 pieds 9 pouces au-delà de l'alignement du parement extérieur des têtes du pont, et seront élevées, compris leurs astragale et chapiteau, jusques sous l'entablement du pont. Les deux colonnes intérieures ne le seront qu'à hauteur d'imposte, et laisseront au milieu du pont un vuide de 12 pieds entre elles; le tout sera également figuré aux culées. Ces culées auront 48 pieds d'épaisseur : le massif en sera évuidé au devant et au derriere.

On doit construire un chemin de halage au-devant de la culée qui sera située du côté de la place Louis XV : on fera des murs en prolongement des culées de 13 toises de longueur de chaque côté, compris les pilastres de 9 pieds de largeur. On fera ensuite des parties de murs de quai, chacune d'environ 30 toises aussi de longueur.

Les voûtes doivent être faites en portions d'arcs, décrits avec des rayons qui auront depuis 117 pieds jusqu'à 126 pieds : leurs naissances seront toutes établies de niveau à 18 pieds au-dessus des plus basses eaux, et partiront du dessus d'un corps quarré de 3 pouces qui sera placé sur les impostes. Les voûtes auront 4 pieds d'épaisseur à leurs clefs, et les voussoirs du haut de ces voûtes comprendront une partie de l'entablement jusques sous les modillons. La hauteur de l'entablement sera de 4 pieds et demi; il sera posé de niveau sur l'arche du milieu, et en pente de 2 pouces par toise de part et d'autre sur les autres arches, à l'exception de la partie du dessus des colonnes, que l'on posera également de niveau, en prenant pour point de sujétion la section du prolongement de la même pente de 2 pouces par toise jusqu'à l'axe de ces colonnes. On observera d'ailleurs de se raccorder de part et d'autre par les côtés avec le rampant des parties correspondantes de cet entablement : à l'effet de quoi chaque partie latérale de l'entablement du dessus des colonnes sera élevée d'un côté à son extrémité et baissée d'autant de l'autre.

Cet entablement saillira de 9 pouces sur les têtes de l'arche, pour former, avec les alettes du derriere des colonnes, des arcades renfoncées : ces alettes auront chacune pour largeur la différence d'entre le demi-diametre des colonnes et la moitié de la corde de la partie dont elles se trouveront engagées du quart dans la maçonnerie du corps quarré des piles, ce qui leur donnera un peu plus de 7 pouces de largeur. Par ce moyen, le prolongement des paremens de chaque corps quarré de la pile sera tangent aux colonnes, comme cela est nécessaire pour que les angles des alettes ne se trouvent point en prise au choc des glaces et des bateaux.

Le même entablement doit être continué sans autre saillie que celle qu'il doit naturellement porter sur les murs

du prolongement des culées et des pilastres qui doivent les terminer, en suivant le rampant qui sera donné aux chemins des abords du pont.

Sur les colonnes des têtes du pont, et sur les pilastres et les socles de pierre qui seront terminés par une assise formant cavet, on élevera des pyramides de fer d'environ 18 pieds de hauteur, pour porter un globe de verre, couronné et orné de fleurs de lis, pour représenter le globe de France, dans lequel on placera de grosses lampes avec réverberes pour éclairer le pont pendant la nuit.

Il sera posé sur les têtes du pont, à la hauteur du premier des socles de ces pyramides, une balustrade servant de garde-fous, pareille à celle du pourtour de la place Louis XV.

La partie du pavé du milieu du dessus du pont sera faite de niveau sur 24 pieds de largeur, et le surplus en pente de part et d'autre, à raison de 2 pouces par toise. Comme l'entablement, les balustres et trottoirs doivent être posés de niveau aux têtes de l'arche du milieu, la différence qu'occasionnera la pente du pavé se trouvera rachetée par le trottoir, qui aura 18 pouces de hauteur sur le milieu des deux piles qui doivent porter la grande arche, et seulement 5 pouces et demi au-dessus du milieu de cette arche : la banquette des trottoirs se trouvera ensuite à 18 pouces de hauteur, parallèlement au-dessus du pavé : on fera un ruisseau à 2 pieds et demi au-devant de ces banquettes, et le pavé du pont sera raccordé à la hauteur de celui de la place Louis XV, au droit de l'alignement du côté intérieur des trottoirs de cette place. Il le sera de part et d'autre avec celui du chemin de Versailles, aux bouts des nouveaux murs de quai qui doivent accompagner les culées du pont, de sorte que l'entrée et la sortie du chemin de halage seront faites à la hauteur du pavé actuel. Celui de l'autre extrémité du pont n'excédera pas la hauteur de la terrasse du palais Bourbon, et l'angle de cette terrasse sera arrondi avec une portion d'arc dont le rayon aura 24 toises de longueur, ainsi que M. le prince de Condé veut bien y consentir, pour élargir et faciliter le passage du public par la rue de Bourgogne. On fera un fossé de 12 pieds de large et 9 pieds de profondeur, revêtu de murs de maçonnerie, avec balustrade au-dessus, pareille à celle du pont, pour faire la clôture de la terrasse du palais Bourbon du côté du nouveau chemin, à l'exception de la partie qui seroit faite en tour ronde, et de celle en retour du côté de la rue de Bourgogne, sur laquelle on fera un mur de clôture ordinaire. (Voyez la Pl. XLVII.) On a ponctué sur cette planche une courbure elliptique pareille à celle du Pont-royal, pour faire connoître combien des voûtes faites suivant cette courbure diminueroient le passage des eaux, en comparaison de celles en portions d'arcs que nous proposons pour le nouveau pont, et d'ailleurs la plus grande quantité de matériaux qu'elles exigeroient.

Quoique le genre de construction que l'on vient de décrire ait beaucoup de rapport avec celui du pont de Pont-Sainte-Maixence, et que les piles soient de même épaisseur, il est aisé de remarquer qu'étant massives depuis les colonnes intérieures, qui sont aussi moins isolées, elles seront plus fortes, et d'autant plus qu'elles seront appuyées par les colonnes extérieures qui serviront d'avant et d'arriere-becs au-delà du nu des têtes. Cet excès de force est nécessaire pour soutenir des arches qui seront plus grandes qu'au pont de Pont-Sainte-Maixence.

Les personnes habituées aux proportions des ordres usités dans l'architecture pourront trouver celle des colonnes extérieures dont on vient de parler, trop courte : mais si l'on fait attention que les colonnes sont des piliers dont la force doit être proportionnée au poids qu'ils ont à soutenir, on sentira que l'architecture des ponts exige, par cette raison, de rendre les appuis des voûtes courts et forts : au reste, le pied de ces colonnes étant dans l'eau, il sera facile de leur supposer la hauteur que l'on pourra desirer. Il faut considérer aussi que le reflet de l'eau paroîtra doubler la hauteur de ces colonnes, et qu'il achevera pour lors de leur donner la proportion de celles du temple de Pestum. Il sera d'autant plus nécessaire de se prêter à ces hypotheses, que lorsque les eaux seront plus élevées, la proportion des colonnes deviendra encore plus courte, sans que pour cela on soit en droit de blâmer ce genre de colonnes : et, dans le fait, on ne doit pas les comparer strictement à celles qui sont employées aux ordres des bâtiments civils que les Grecs et les Romains ont fait construire hors de l'eau.

Les arcades renfoncées des têtes des arches représenteront la figure la plus simple qu'il seroit à desirer qu'on donnât aux arches pour que l'eau pût y passer avec le moins d'obstacles possible, à l'imitation du pont de Loyang, construit à la Chine, dans la province de Fokien, avec des pierres debout servant de piles, et d'autres grandes pierres posées à plat sur ces piles. L'impossibilité d'avoir d'assez longues pierres pour de grandes arches, destinées d'ailleurs à porter des fardeaux considérables, a obligé d'avoir recours à l'art de la coupe des pierres pour porter la plate-bande des arcades renfoncées, qui représenteront ces pierres plates dans le pont qu'on vient de citer.

Des courbures en portions d'arcs de cercle, telles que celles que l'on se propose d'employer aux têtes de ce pont, donneront le moyen le plus simple de soutenir ces plate-bandes, en ne s'écartant que le moins qu'il est possible de la figure primitive dont on vient de parler.

L'abaissement inévitable des voûtes pendant la pose des voussoirs et après leur construction occasionneroit une courbure renversée à la partie supérieure de ces voussoirs qui doivent former la plate-bande, si l'on n'avoit l'attention de relever la courbure de ces voussoirs, lors de leur pose, de 12 pouces aux petites arches, et jusqu'à 18 pouces à la grande. On présume que le tassement pourra se faire de toute cette quantité; mais comme il ne sauroit être apprécié bien exactement, il sera nécessaire de poser les voussoirs francs d'appareil, et de donner, depuis 6 pouces

aux petites arches, jusqu'à 9 pouces à la grande, de longueur de coupe, à la partie supérieure des voûtes, de plus que les 4 pieds mentionnés ci-devant : on sera, par cette précaution, en état de les déraser par le dessus. Le dérasement sera fait de niveau à la grande arche, et à raison de 2 pouces de pente par toise sur les autres après le tassement total des voûtes, temps auquel on recoupera, parallèlement à leur dessus, la partie des mêmes voussoirs qui doit former la plate-bande des arcades renfoncées : on observera pourtant dans leur milieu un bombement, qui sera d'un pouce aux petites arches, et jusqu'à deux pouces à la grande. Il conviendra aussi de ne poser la partie supérieure de l'entablement, ainsi que les balustrades du dessus des plate-bandes, qu'après le tassement total des voûtes. Ce retard ne devra pas empêcher de paver le milieu du pont et la moitié de la largeur des trottoirs pour en livrer le passage au public, au moyen de garde-fous en bois que l'on posera provisoirement sur les arches pour prévenir les accidents.

Le pont que nous venons de décrire devant être construit dans la capitale, au droit d'une place érigée en l'honneur du feu roi, et dans un lieu où la nature et l'art ont répandu les plus beaux aspects et des édifices de la plus grande magnificence, nous avons cru indispensable de lui donner un caractere de décoration : nous n'y avons cependant employé aucune espece d'ornements de sculpture, autant pour ne pas trop sortir du genre de simplicité consacré à ces sortes de monuments, que pour ne point affoiblir le caractere mâle qui convient à l'architecture des ponts.

Le calcul nous a fait connoître que cet édifice pourra revenir à environ deux millions deux cents mille livres.

DEVIS

Des ouvrages à faire pour la construction du pont de Louis XVI, en pierre, avec chemin de halage, et d'une partie des murs de quai sur la Seine, vis-à-vis de la place Louis XV.

Ce pont a été ordonné par édit du roi, en date du mois de septembre 1786, enregistré au parlement le 7 du même mois, en assignant un fonds de douze cents mille livres pour l'année suivante.

On va expliquer, dans le présent devis, les dimensions et la construction de cet ouvrage, et de ceux qui sont accessoires au pont.

Ce devis sera divisé en trois sections.

La premiere comprendra les dimensions du pont et des autres principaux ouvrages.

Dans la deuxieme, on exposera les qualités et les dimensions des matériaux, la maniere de les préparer et de les mettre en œuvre.

On expliquera, dans la troisieme, la construction des différents ouvrages, et le devis sera terminé par l'article du décintrement et les conditions auxquelles l'entrepreneur sera assujetti.

PREMIERE SECTION.

Description du pont et ses dimensions.

On commencera par la partie du pont qui se trouvera élevée au-dessus de l'étiage ou des plus basses eaux.

Art. Ier. Ce pont sera construit en pierres de taille sur l'alignement du milieu de la place Louis XV et de la rue royale, répondant aussi à celui du palais Bourbon.

2. La longueur du pont sera de soixante et dix-neuf toises un pied six pouces entre le nu des culées, y compris les demi-piles, jusqu'à l'alignement des murs d'épaulement, lesquelles, ainsi que les piles, seront placées d'équerre sur ce pont. Sa largeur sera de quarante-huit pieds d'une tête à l'autre, dont trente pieds pour la chaussée en pavé. sept pieds et demi pour chaque trottoir, et trois pieds pour les deux parapets, qui seront faits avec balustres; cette largeur de quarante-huit pieds étant mesurée au bas du nu de l'architrave, et quarante-six pieds et demi du nu des parements des arcades renfoncées, dont il sera parlé ci après. Ce pont sera composé de cinq arches, quatre piles, et de plus de trois quarts de pile contre chaque culée, formant avant et arriere-becs, ainsi qu'aux piles. Les arches qui seront appuyées sur les culées auront chacune soixante et dix-huit pieds; les suivantes auront quatre-vingt-sept pieds, et celle du milieu quatre-vingt-seize pieds : le tout formant quatre cents vingt-six pieds d'ouverture; ce qui excédera de quatre-vingt-huit pieds celle des cinq arches du Pont-royal, indépendamment de ce que les naissances des voûtes du nouveau pont seront plus élevées. Elles seront terminées en portions d'arcs de cercle, qui seront décrits avec des rayons de différentes longueurs; savoir, ceux des petites arches auront cent vingt-neuf pieds neuf pouces; la corde, ou sous-tendante, qui aura soixante et dix-huit pieds (longueur pareille à l'ouverture de l'arche), sera établie, ainsi qu'aux autres arches, à dix-huit pieds au-dessus de l'étiage; la fleche de cet arc sera de six pieds, et l'angle du segment que formera cet arc sera de trente-quatre degrés cinquante-neuf minutes quatre secondes.

3. A chacune des deux arches suivantes, la longueur du rayon sera de cent dix-neuf pieds huit pouces quatre lignes. La hauteur de la fleche sera de huit pieds deux pouces deux lignes, et l'ouverture de l'angle du segment de cercle de quarante-deux degrés trente-sept minutes quarante-quatre secondes.

4. La portion d'arc de l'arche du milieu sera décrite avec un rayon de cent vingt-neuf pieds huit pouces six lignes; la longueur de la fleche neuf pieds deux pouces six lignes, et l'angle du segment quarante-trois degrés vingt-six minutes vingt secondes.

5. Les piles auront chacune neuf pieds d'épaisseur. Elles seront terminées en portion de cercle à leurs extrémités, formant des especes de colonnes qui seront engagées d'un quart de leur diametre dans le corps des piles, pour que leur saillie, qui tiendra lieu d'avant et arriere-becs, soit de six pieds neuf pouces, le tout élevé cylindriquement jusqu'à vingt-trois pieds pour les piles d'entre la premiere et la seconde arches, et vingt-cinq pieds huit pouces pour les suivantes qui joignent l'arche du milieu, en y comprenant la hauteur du filet et de l'astragale de leur chapiteau.

6. Les parements des piles et culées seront élevés à-plomb, pour être tangents aux avant et arriere-becs; et les alettes, qui seront formées au derriere des colonnes, auront chacune sept pouces trois lignes de large jusqu'à la partie où commencera leur incrustement dans le corps des piles. Ces alettes seront continuées en élévation jusques sous l'entablement du couronnement du pont, à l'exception de la partie qui en sera interrompue par le haut de leur chapiteau.

7. Joignant les culées, il sera fait de pareils avant et arriere-becs qui sailliront des trois quarts de leur diametre, tant sur le nu du pont, que sur celui des culées; leur hauteur cylindrique sera de vingt-un pieds jusqu'au dessus de l'astragale du chapiteau et de son filet.

8. Le milieu des piles d'entre les avant-becs, et celui des culées, seront ouverts sur douze pieds de large jusques sous l'imposte, qui sera établie à quinze pouces plus bas de la naissance des voûtes du pont, pour former des especes d'arcades, qui seront terminées dans les voûtes avec des lunettes dont la fleche aura trois pieds de hauteur.

9. La distance d'entre ces arcades et le bout du corps quarré des piles sera de dix-huit pieds, dont onze pieds trois pouces formeront le corps quarré des bouts des piles, et six pieds neuf pouces pour chaque pilier cylindrique, ou espece de colonne tronquée qui sera exactement pareille, tant aux piles qu'aux culées, à ceux des avant et arriere-becs, mais dont la hauteur ne sera que de seize pieds neuf pouces depuis l'étiage jusques sous ladite imposte.

Culées.

10. Chaque culée aura soixante pieds de longueur et cinquante pieds de largeur, y compris un pied d'empatement de chaque côté; mais pour diminuer cette masse de maçonnerie, en lui laissant cependant la force nécessaire pour résister avec supériorité à la poussée de l'arche qu'elle doit contrebutter, elle sera évuidée du côté des arches sur six pieds de profondeur, voûtée en berceau d'après le nu des colonnes tronquées mentionnées ci-devant, et vingt-six pieds de longueur. On fera de plus un renfoncement en forme d'arcade, au-delà du précédent, de deux pieds de profondeur sur douze pieds de largeur, lequel sera formé en forme de lunettes dont la fleche aura deux pieds et demi de hauteur. Tout ce renfoncement commencera à treize pieds du dessus des basses eaux, et un pied au-dessus du chemin de halage mentionné ci-après, du côté de la place Louis XV, et à cinq pieds seulement des mêmes basses eaux du côté opposé, en lui donnant trois pouces de pente vers la riviere sur toute sa profondeur, pour empêcher l'eau d'y séjourner lorsqu'elle s'abaissera.

11. Dans cette partie évuidée, le dessus du chapiteau des colonnes tronquées sera tracé en forme de demi-hexagone régulier, dont les côtés auront chacun quatre pieds et demi de face. Celui de ses côtés qui sera perpendiculaire au parement de la culée sera fermé en portion d'arc, et les autres formeront des lunettes, pénétrant, d'un côté, dans l'arche du pont, et, de l'autre, dans le berceau du renfoncement mentionné ci-devant.

12. La coupe des voussoirs sera dirigée au centre de l'arc de chaque voûte. La longueur de celle de la clef des petites arches sera de trois pieds, celle des arches collatérales de trois pieds trois pouces; et enfin, à l'arche du milieu, cette coupe sera de trois pieds six pouces, en y comprenant dix pouces dont elles seront prolongées dans la partie d'en-bas de l'architrave, ainsi qu'aux voussoirs qui seront placés de part et d'autre de la clef, jusqu'à ce que la coupe des suivants se trouve réduite à la longueur de ceux de la clef, sans y comprendre cette même partie de l'architrave; et ces voussoirs, ainsi prolongés, formeront crossettes, dont la saillie sera de neuf pouces, de même qu'au surplus de l'architrave jusqu'à l'à-plomb des alettes mentionnées dans l'art. 6, pour former une arcade renfoncée de 9 pouces au droit des voussoirs et des tympans des têtes des arches. La longueur des voussoirs des têtes est indiquée ici telle qu'elle doit exister après le décintrement et le tassement des voûtes; mais on verra, art. 87, qu'elle doit être prolongée au-dessus, ainsi que les crossettes par le dessous, pour raison de ce tassement.

13. La coupe des voussoirs du dessous de l'architrave des parties dont on vient de parler, sera prolongée jusqu'à environ douze pieds de l'à-plomb des alettes, pour être arrasée de niveau dans leur dessus, à la hauteur du dessous de l'architrave.

14. Les autres voussoirs, jusqu'au troisieme, en partant de la naissance des voûtes, seront aussi arrasés de niveau

par leur dessus de trois en trois, depuis le dessous de l'astragale et du filet du chapiteau des colonnes, en s'élevant ensuite successivement à chaque assise pour former des tympans d'assises courantes jusque sous l'architrave.

15. L'arrasement à faire de niveau à l'extrados ou à la tête des voussoirs n'aura lieu que pour l'arche du milieu, en y comprenant l'épaisseur de ses piles; les autres seront arrasées en pente d'après le nu extérieur de ces mêmes piles, à raison de deux pouces quatre lignes et demie par toise, qui sera aussi celle du dessus du pavé du pont, jusques et compris, d'un bout, la largeur du trottoir de l'intérieur de la place de Louis XV, et arrivant, de l'autre bout, sous le cordon qui termine le mur de terrasse du palais Bourbon.

16. Le chapiteau du couronnement des avant et arriere-becs aura quatre pieds et demi de hauteur; et la corniche architravée, formant l'entablement du pont, aura cinq pieds neuf pouces de hauteur, compris trois pouces de jet d'eau.

17. Cet entablement sera posé de niveau sur les têtes de l'arche du milieu et sur les piles de cette arche. Il sera aussi posé de niveau sur les autres piles, dans les parties seulement qui se trouveront paralleles aux têtes du pont; mais celles en retour d'équerre seront posées en pente, pour aller se raccorder avec l'entablement du dessus des autres arches, en observant de partager en deux la pente qui résultera de l'épaisseur des avant et arriere-becs, en sorte que l'un des côtés en retour d'équerre, situé vers la grande arche, montera autant que l'autre côté descendra pour aller se raccorder avec les entablements joignants.

Murs d'Épaulements.

18. Les quatre murs d'épaulements seront retournés d'équerre sur le pont, et auront chacun quatre-vingt-cinq pieds de longueur, en partant des têtes du pont et du derriere des avant et arriere-becs; au moyen de quoi ils seront reculés de six pieds neuf pouces du parement des culées. Ces murs seront élevés à plomb. L'épaisseur de ceux situés du côté du palais Bourbon sera de treize pieds par bas, réduits à neuf pieds par le haut, au moyen de deux retraites, chacune de deux pieds, qui seront faites au derriere. Cette épaisseur sera de dix pieds par le bas pour les murs d'épaulements qui seront situés du côté de la place de Louis XV, et de six pieds par le haut, en formant deux retraites, chacune de deux pieds au derriere, qui seront toutes espacées également sur leur hauteur en partant toujours de l'étiage, n'étant pas nécessaire de faire ces murs-ci aussi épais que les autres, parcequ'ils seront fortifiés à leur pied par un mur qui soutiendra le chemin de halage dont il sera parlé ci-après. article 37. La hauteur de ces murs d'épaulements sera de vingt-sept pieds six pouces du côté des culées, et de vingt-quatre pieds huit pouces à l'autre bout, en les couronnant de la même corniche architravée qu'aux têtes du pont; et cela, pour avoir une continuation, en retour d'équerre, de la même pente de deux pouces quatre lignes et demie, que sur les deux premieres arches d'après celle du milieu.

19. Ces murs d'épaulements seront terminés chacun avec un pilastre de neuf pieds en quarré de base, qui sera élevé à plomb à ses parements, et saillira de dix-huit pouces sur les murs d'épaulements. On y fera des refends à chaque assise, dont les angles seront arrondis, et on les couronnera du même entablement mentionné ci-devant.

20. Il sera fait un trottoir de 6 pieds de largeur au-devant des parapets, décorés de balustres au-dessus de ces murs d'épaulements, lesquels trottoirs arraseront le derriere des socles mentionnés à l'article suivant. Ces balustres, ainsi que ceux du pont, seront des mêmes dimensions et profils, avec leurs socles, tablettes, pilastres intermédiaires et arriere-corps; le tout conformément à ceux du pourtour de la place de Louis XV.

21. Les avant et arriere-becs, ainsi que les pilastres mentionnés, article 19, seront surmontés de deux socles et d'une base de pierre de taille, qu'on destinera à soutenir des pyramides de fer évuidé. Le premier socle aura neuf pieds en quarré, base égale au diametre des colonnes et à la grandeur des pilastres, sur quatre pieds de hauteur, arrasant par le haut le dessus des tablettes des balustres qui formeront les parapets. Le deuxieme socle aura huit pieds et demi en quarré, formant trois pouces de retraite au pourtour d'après le premier socle, et deux pieds et demi de hauteur. La base des pyramides aura, par bas, huit pieds en quarré pour former également trois pouces de retraite au pourtour, et pareille hauteur de deux pieds et demi que le socle du dessous, y compris un filet et un cavet.

22. Le dedans des deux socles et de la base formera une espece de guérite, dans son milieu, de trois pieds et demi en quarré; et l'on pratiquera, sur les faces situées du côté des trottoirs, une baie de porte de vingt-quatre pouces de large entre ses feuillures, et vingt-deux pouces entre ses tableaux, laquelle aura cinq pieds de hauteur, et sera fermée avec une porte de barreaux de fer recouverts de tôle forte. Cette porte sera encadrée dans une espece de chambranle formé dans la pierre du deuxieme socle.

23. Les pyramides seront faites avec des barreaux de fer aux angles, et des traverses haut et bas de deux pouces en quarré, décorées sur chaque face de médaillons de forte tôle, emboutée ou ciselée d'ornements convenables au sujet. Ces médaillons contiendront les chiffres du roi, des soleils et fleurs de lis qui seront bien surdorés, ainsi que tous les fers forgés sur leurs côtés extérieurs, et le surplus peint de trois couches à l'huile au noir, tant en dehors qu'en dedans. Elles auront cinq pieds et demi en quarré par le bas, deux pieds par le haut, et dix-huit pieds de hauteur.

24. Ces pyramides seront destinées à porter, au-dessus d'un amortissement de fer, des globes de forte tôle établis sur un assemblage de fer, et peints extérieurement à l'huile en bleu céleste. Ces globes seront décorés de trois fleurs de lis et terminés d'une couronne, laquelle sera bien dorée, pour figurer le globe de France; et l'on placera au haut de chaque pyramide une forte lampe à réverbere pour éclairer pendant la nuit. Cette lampe sera élevée, du dedans des guérites mentionnées ci-devant, avec des poulies en cuivre et des chaînes.

25. On pratiquera, dans les deux colonnes qui joindront les culées du côté d'aval, des escaliers en vis sur noyau, qui auront 6 pieds de diametre, pour que les murs aient dix-huit pieds de parpaing. Les marches auront deux pieds et demi de longueur, et le noyau un pied de diametre, lequel sera évuidé, si cela est jugé convenable.

26. Pour éclairer ces escaliers, on fera de petites ouvertures en barbacanne, placées à leur angle intérieur joignant les têtes du pont et les culées sur la hauteur d'une assise, lesquelles auront trois pouces de largeur au parement extérieur, et seront évasées jusqu'à un pied en dedans, en formant aussi un glacis par le bas de six pouces de hauteur dans l'assise inférieure.

27. Pour communiquer du bas de ces escaliers dans les parties des culées qui seront renfoncées, on pratiquera, dans leur massif, des corridors de deux pieds et demi pour arriver au milieu de la partie de six pieds de large du derriere des colonnes tronquées. Ce corridor sera fait en ligne droite sur onze pieds de longueur parallèlement aux parements des culées, en partant dudit renfoncement, et ira joindre l'escalier au moyen d'un arc de cercle qui sera décrit, pour l'un des parements, avec un rayon de trois pieds de longueur, et un autre de cinq pieds et demi à l'autre parement: on lui donnera un pied de pente, ou à-peu-près quatre pouces par toise, en partant de l'escalier; et la voûte de ce corridor, de six pieds de hauteur, sera faite en portion d'arc, dont la fleche aura seulement six pouces, en lui donnant le même rampant qu'au bas dudit corridor.

Murs de Quais.

28. On commencera par la description des murs de quais qui seront situés du côté de la place de Louis XV.

Ces murs seront faits sur le même alignement de celui du quai du bas de la terrasse des Tuileries. La longueur de la partie située du côté d'amont sera de vingt-quatre toises depuis le derriere du pilastre du mur d'épaulement jusqu'à celui de l'ancien quai. Son épaisseur aura neuf pieds du côté du nouveau pont, et sera réduite à six pieds à l'autre bout; le tout mesuré à la hauteur de l'étiage. Son parement sera élevé en talut, à raison de six lignes par pied de hauteur, comme au mur suivant, à compter du dessus de l'assise de retraite rampante du chemin de halage, jusques dessous son couronnement. Ce mur sera élevé à plomb par le derriere.

29. La partie du quai qui sera située du côté d'aval aura quarante-une toises de longueur entre le pareil pilastre du bout de l'autre épaulement, et celui de quatre pieds en quarré qui terminera ce quai. Cette derniere partie du quai sera au surplus faite sur les mêmes dimensions que la précédente partie.

30. Au côté opposé de la riviere, il sera fait une partie de mur de quai de vingt-quatre toises de longueur à la suite du mur d'épaulement situé du côté d'amont, formant un angle de près de trois degrés, rentrant du côté de la riviere. Il sera fait un pareil mur de quai, aussi de vingt-quatre toises de longueur du côté d'aval sur l'alignement du mur d'épaulement. Ces deux murs de quais seront au surplus de même hauteur et épaisseur que ceux des épaulements, mais avec talut sur le devant d'un demi-pouce par pied, en partant du dessus de la derniere retraite. Leur épaisseur sera pareille, dans le bas, à celle des murs d'épaulements qui sont situés du même côté, et aussi la même dans le haut, en déduisant le talut de leurs parements. On formera au derriere les mêmes retraites qu'à ces murs d'épaulements, en déduisant de chacune la moitié du même talut; au moyen de quoi, au lieu de deux pieds, elles n'auront plus que dix-sept pouces ou à-peu-près. La partie du mur de quai situé du côté d'aval sera terminée, par le bout, d'un pilastre de maçonnerie de quatre pieds en quarré.

31. Lorsqu'il sera question de continuer le reste de ce quai, allant au Pont-royal [1], ce qui fera l'objet d'un autre devis et adjudication, il conviendra de le faire sur deux alignements, dont le premier, en suivant celui des vingt-quatre toises du quai précédent, situé du côté d'amont, se terminera au droit de la rue de Poitiers sur la longueur de deux cents quatre-vingt-une toises, formant un quai de soixante pieds de largeur parallèlement aux murs de clôture nouvellement construits au bout des jardins des maisons de la rue de Bourbon, et en prolongeant le même quai sur quarante-six toises jusqu'à la rue de Poitiers, en reculant une vieille maison des murs de clôture, ainsi que quelques baraques. L'autre alignement sera fait en prolongation de l'ancien mur de quai qui arrive à la culée du Pont-royal; sa longueur sera de quarante-neuf toises. Il formera, avec le précédent, un angle de soixante et dix-sept degrés et demi, saillant du côté de la riviere; et le même quai, de 60 pieds de large, mentionné ci-devant, se trouve déja formé entre la rue de Poitiers et celle du Bac.

32. Il conviendra aussi, par la suite, de faire un quai de soixante pieds de large, retourné parallèlement au mur du quai opposé du Cours la reine; lequel formera, avec le nouveau quai de vingt-quatre toises de longueur qui le précédera, un angle saillant sur la riviere de vingt-sept degrés. Mais au lieu d'y construire un mur, on pourroit faire

(1) Ce quai, nommé le quai Bourbon, est ordonné par le même édit mentionné ci-devant.

un perré avec battis double et crêche au pied (ce qui fera aussi l'objet d'une adjudication particuliere) en lui donnant un pied de glacis par pied de hauteur, et le terminant, sur cent trois toises de longueur, à l'égout qui joint la barriere placée à l'encoignure du bout du jardin du palais Bourbon; ce qui donnera la facilité de vendre ou d'abandonner à monseigneur le prince de Condé une partie du vieux chemin formant un terrain triangulaire, contenant en superficie quinze cents cinquante-huit toises, pour agrandir d'autant le jardin du palais Bourbon, qui est trop étroit, et cela, en reculant le mur de clôture actuel. Le sommet de ce perré se trouvera établi à soixante et dix-huit toises trois pieds parallèlement audit ancien mur de quai du Cours la reine, au lieu de soixante-huit toises qu'il y a actuellement de distance entre les anciens murs de quais situés du côté d'aval du Pont-royal.

33. Dans tous les cas, la partie de ce mur de clôture qui se trouvera située au droit du nouveau pont et des murs d'épaulements, doit être refaite à soixante et quinze pieds parallèlement à ces murs d'épaulements, et prolongée jusqu'à la rue de Bourgogne, en supprimant l'angle aigu que forme le jardin, au moyen de ce qu'il y sera fait une tour ronde, décrite sur un rayon de vingt-deux pieds, avec retour d'équerre de trois pieds de longueur, tant sur le nouveau mur d'un côté, que sur celui de la rue de Bourgogne. Ce mur formera saillie de trois pieds au droit du nouveau pont et des socles de neuf pieds en quarré de son extrémité; le tout d'après l'agrément de monseigneur le prince de Condé, et suivant le plan gravé qui lui en a été remis par le sieur Perronet. Il conviendra d'ailleurs, pour l'agrément du prince, que cette partie saillante soit fermée d'une grille de fer, ainsi qu'une certaine longueur de chaque côté de cette partie saillante pour la clôture du jardin, vu que le pavé du pont doit arriver, comme on l'a dit ci-devant, à environ quinze pouces du dessous de la terrasse du jardin. La clôture du surplus, dans la partie située du côté d'aval, pourra être faite, dans le reste dudit jardin, avec un mur de terrasse et mur d'appui au-dessus, en ouvrant un fossé au pied de ce mur.

34. La pente du pavé en retour d'équerre du pont sera, comme on l'a déja dit, de deux pouces quatre lignes et demie par toise, jusques et compris les pilastres du bout des murs d'épaulements. Elle sera réglée ensuite, du côté de la rue de Bourgogne, de maniere que le ruisseau du pavé puisse recevoir les eaux de la rue de Bourbon et celles de la partie supérieure de la rue de Bourgogne, en se raccordant d'ailleurs au seuil de la porte cochere de l'une des entrées du palais Bourbon, qui se trouve au droit de la rue de Bourbon. Ces eaux seront conduites à la riviere, au moyen d'une gargouille qui sera faite au bas du parapet de la partie du milieu qui est correspondante, en y faisant arriver le ruisseau du nouveau quai.

35. A l'égard de la partie des eaux qui auront leur écoulement du côté d'aval, on continuera la pente du pavé également sur deux pouces quatre lignes et demie par toise au droit du mur d'épaulement et de son pilastre: le surplus sera réglé devant les nouveaux quais, comme cela sera trouvé convenable au local, mais en observant que les remblais qui formeront ces quais doivent arriver au moins à vingt-cinq pieds de hauteur du dessus des basses eaux, pour excéder d'un pied celle des eaux de 1740.

Chemin de Halage.

36. Pour donner de la facilité aux chevaux de passer sous le pont, au lieu d'être obligé de débiller en gênant le public, comme cela arrive ordinairement, on fera un chemin de halage de cent trente toises de longueur et dix-huit pieds de largeur du côté de la place de Louis XV au-devant des murs d'épaulements et de quais, comprenant une partie de vingt-quatre toises au droit de celle de l'ancien quai, situé du côté d'amont, où il arrivera en remontant; sa descente commencera au bout du vieux mur de quai du devant du Cours la reine. Le bas des pentes, de part et d'autre, se terminera à cinq toises de chaque côté du pont, et dix-huit pieds au-dessus de l'étiage. La partie intermédiaire qui passera sous l'arche joignant la culée sera faite de niveau sur dix-huit toises de longueur, et élargie de six pieds neuf pouces, pour qu'il ait également dix-huit pieds au-devant des culées, en y comprenant l'épaisseur du haut du mur qui soutiendra ce chemin: on observera cependant, dans cette partie de niveau, de lui donner trois pouces de pente sous le milieu du pont, pour faciliter l'écoulement de l'eau de pluie, ainsi que de celle du ruisseau des rampes, dont la pente sera d'environ quatre pouces et demi par toise en descendant de part et d'autre sous le pont.

37. Le mur qui soutiendra ce chemin de halage, formant une espece de palier dans les soixante-un pieds et demi d'entre l'alignement du dehors des avant et arriere-becs, qui sera fait du bas d'une pente au bas de l'autre, aura six pieds d'épaisseur depuis l'étiage, et sera réduit à quatre pieds à son sommet, en élevant son parement en talut, à raison d'un pouce par pied de hauteur. Le derriere dudit mur sera élevé à plomb. Ceux des parties rampantes auront la même épaisseur du côté du pont, que la partie du niveau; mais comme ces murs auront environ dix-neuf pieds de hauteur de terre de plus à soutenir à leur extrémité vers les anciens murs de quais, on élargira leur épaisseur jusqu'à treize pieds dans le bas, et neuf pieds dans le haut, d'après leur parement, les élevant à plomb sur le derriere. Ces murs seront couronnés d'une assise d'un pied de hauteur formant tablettes de dix-huit pouces de largeur, parallele dans le dessus; l'angle extérieur en sera seulement arrondi. Ces mêmes murs seront terminés, à leurs extrémités vers les anciens quais, en forme de tour ronde, sur un rayon de dix-huit pieds de longueur, même largeur que le

chemin de halage, en faisant les arrachements et raccordements nécessaires avec ces anciens murs de quais.

38. L'aqueduc voûté qui passe sous le quai des Tuileries et vers l'ancien mur de quai, fait pour l'écoulement des eaux du fossé du pont tournant, sera prolongé sur ses mêmes dimensions et construction dans la traverse du chemin de halage et du mur qui le soutiendra.

39. Sur la longueur du mur du chemin de halage, il sera fait treize petits murs ou contre-forts qui le traverseront d'équerre et seront liés avec ceux d'épaulements des quais et de la culée, en observant d'en placer un au droit du milieu de cette culée, un autre aux raccordements faits en pans coupés au-delà de chaque tête du pont, et cinq espacés également le long du reste des murs de ce chemin de halage. Ils seront faits en moellons et mortier de chaux et sable, et auront chacun depuis quatre pieds jusqu'à six pieds d'épaisseur par le bas, réduite à trois et à quatre pieds par le haut, progressivement à leur différente hauteur, qui sera fixée d'après celle qui se trouvera entre le bon terrain et le dessous du pavé dudit chemin.

40. Le renfoncement de la culée située du côté de la place de Louis XV ne devant se trouver élevé, à son entrée vers la riviere, que de la hauteur d'une assise au-dessus du palier du chemin de halage, laquelle sera profilée sur le devant, il sera nécessaire, pour empêcher d'y entrer, d'en fermer l'ouverture avec une grille de fer qui sera placée au droit du milieu des colonnes tronquées. Elle aura douze pieds de longueur et six pieds et demi de hauteur, compris des lances dorées, dont chaque barreau de dix-huit lignes de grosseur, espacés à quatre pouces entre eux, sera terminé. On placera une traverse de pareil fer dans le bas, une autre sous les lances, en faisant les scellements nécessaires en plomb.

41. Il sera placé une pareille grille à l'entrée de l'enfoncement de la culée opposée. Tous les fers seront peints de trois couches de noir à l'huile.

Dimensions à compter du dessous des plus basses eaux.

42. La fondation des culées, des piles et des trois quarts de piles qui joindront les culées du pont et celle des murs d'épaulements et des pilastres de leur extrémité, sera établie sur pilotis, racinaux et plate-formes de charpente, de même qu'aux murs du chemin de halage, en quatre assises de chacune dix-huit pouces de hauteur, formant chacune retraite aussi de dix-huit pouces; ce qui donnera six pieds d'empatement au pourtour du nu des culées et piles. Les quatre assises de fondation des murs d'épaulements et pilastres auront chacune quatre pouces et demi, et ensemble dix-huit pouces d'empatement. La plate-forme de charpente excédera encore de trois pieds le nu de la premiere assise d'en bas aux piles et culées, en sorte que l'épaisseur des piles et de leur empatement, tant en maçonnerie qu'en charpente, sera de vingt-sept pieds au lieu de neuf pieds qu'elles auront à leur nu, et celle du reste de la maçonnerie se trouvera fortifiée dans la même proportion.

43. On ne placera que deux pareilles assises en fondation aux murs de quais, qui n'ont pas besoin d'être fondés si bas que les parties précédentes; lesquelles auront seulement chacune euf pouces de retraite, et les plate-formes de charpente n'excéderont que de dix-huit pouces la premiere assise d'en bas de ces murs et de ceux d'épaulements.

DEUXIEME SECTION.

Qualités et dimensions des matériaux, ainsi que leurs façon et pose.

Bois.

44. Les bois de charpente seront tous de chêne, provenant en général des environs des rivieres de Marne et d'Oise, et seront droits et sains, sans aubier, roulure, pourriture, ni nœuds vicieux. Ils ne seront point échauffés, gras, gélisses, ni tranchés dans leurs fils. Les bois quarrés seront à vive arête, ou à un pouce près sur un côté seulement, après que leur aubier en aura été ôté. On ne mettra point de croûtes dans les racinaux, plate-formes, palplanches, et autres bois de sciage, et l'on aura soin de n'en point employer qui aient plus d'une année de date depuis leur coupe dans les forêts, comme aussi de les mettre à couvert sous des hangars qu'on fera exprès dans les chantiers, en les isolant de la terre et leur donnant du jour entre eux, pour qu'ils ne s'échauffent point pendant la durée des travaux, et sur-tout de leur prolongation dans le cas où elle auroit lieu.

45. Tous les pilotis de fondation seront de droit fil, en grume et sans écorce. Leur longueur sera depuis dix-huit jusqu'à vingt-un pieds, suivant la qualité du terrain et la différence de la profondeur de la fondation. Leur grosseur sera depuis onze jusqu'à treize pouces de diametre, mesurée au milieu de leur longueur, après en avoir ôté l'écorce. Le petit bout sera taillé en pointe sur dix-huit pouces de hauteur. On y réservera un quarré de deux pouces pour porter exactement dans le fond les fers dont ils seront armés.

46. Les chapeaux auront environ vingt-quatre pieds de longueur sur un pied de grosseur en quarré, les racinaux un pied de large et huit pouces de hauteur. Les madriers des plate-formes seront en bois de sciage de neuf et dix pouces de largeur sur quatre pouces d'épaisseur; ils seront dressés par les côtés et posés jointivement: on dressera

aussi le dessus de niveau à l'herminette, sur-tout au droit des assises de pierre de taille, cela n'étant pas nécessaire pour les excédents de l'épaisseur de la maçonnerie qui sera faite en moellon du côté des terres.

47. Les deux jambes de force des huit fermes de cintre qui seront employées à chaque arche, auront dix pieds de longueur sur quinze à dix-huit pouces de grosseur. Elles seront assemblées par bas dans une semelle de dix-sept pouces de large sur huit pouces de hauteur, et coeffées d'un chapeau ou sommier d'un pied en quarré. Les arbalétriers des fermes auront dix, douze, quinze, et jusqu'à dix-huit pieds de longueur, conformément aux desseins qui en seront donnés, et aux étalons qu'on tracera dans le chantier. Leur grosseur sera de quatorze pouces de large sur quinze pouces de haut pour les arches qui joindront les culées. Aux arches collatérales et à celle du milieu, ces arbalétriers auront treize pouces de largeur et quatorze pouces de hauteur, parcequ'ils doivent être soutenus dans leur milieu avec une double file de pieux.

48. Les pieux de cette double file auront vingt-un pieds de longueur et quinze à seize pouces de grosseur à leur tête, coeffés de chapeaux de douze pouces de haut et quinze pouces de large, et de blochets de neuf pieds sur un pied de gros, qui seront encastrés de trois pouces par leur dessous dans les chapeaux. On posera d'autres pareils blochets servant de patins à deux pieds au-dessus des précédents, ainsi que deux supports en contrefiches, de neuf et dix pieds de longueur, et douze pouces de grosseur en quarré, assemblés, par le bas, à tenons et mortoises dans ces patins, à l'à-plomb de chaque file de pieux, et, par le haut, avec embrévement dans la partie du premier cours d'arbalétriers joignant la moise pendante du milieu et la suivante de chaque côté : la partie d'entre le blochet et le patin de chaque ferme sera garnie de fourrures et de fortes cales de plomb pour servir au décintrement, ainsi qu'on l'expliquera art. 181.

49. Les onze moises pendantes de chacune des fermes des deux petites arches auront sept pieds et demi, et jusqu'à neuf pieds de longueur sur quatorze et quinze pouces de grosseur. Celles des arches collatérales, en pareil nombre, auront depuis sept pieds jusqu'à neuf pieds et demi de longueur sur treize à quatorze pouces de grosseur. A la grande arche, dont le nombre des cours de moises sera de treize, elles auront depuis sept jusqu'à neuf pieds de longueur, et pareille grosseur de treize à quatorze pouces. Toutes ces moises embrasseront jointivement les arbalétriers avec lesquels elles seront assemblées et boulonnées, ainsi qu'il sera expliqué art. 169.

50. Il sera posé, aux petites arches et à celles qui les suivront, cinq cours de moises et quatre de liernes horizontales, posées alternativement pour embrasser et entretenir entre elles les moises pendantes. A l'arche du milieu, on posera cinq cours de moises et six de liernes, aussi placées alternativement. La longueur de chaque cours de moises ou de liernes sera de cinquante pieds. Leur grosseur aura, aux petites arches, neuf et dix-huit pouces, et, aux autres arches, neuf et dix-sept pouces. Elles seront posées sur le plat, au-dessus des cours d'arbalétriers correspondants, et boulonnées, ainsi que les liernes, lesquelles auront les mêmes dimensions.

51. Il sera posé un cours de couchis de quarante-huit pieds de longueur sous le milieu de chaque voussoir, lequel aura six à sept pouces de grosseur en quarré, en sorte qu'il restera encore neuf pouces de vuide entre les vaux ou fourrures du dessus du dernier cours d'arbalétriers et la douelle des voussoirs pour y placer une cale d'environ six pouces de hauteur sous le couchis, et de plus celles des poseurs sur les mêmes couchis.

52. Dans le cas où l'on pourroit se passer des petites arches pour la navigation pendant la durée des travaux, on soutiendra les fermes des cintres avec une double file de pieux, comme aux autres arches : on réduira pour lors la grosseur des arbalétriers et des moises pendantes comme aux autres arches, et on comptera en plus ou en moins la dépense qui en résultera, dans les toisés et estimations qui seront faites par l'ingénieur chargé de la conduite des travaux conjointement avec l'inspecteur et le contrôleur.

53. On établira de forts assemblages de charpente dans le vuide de douze pieds de largeur d'entre les colonnes tronquées du milieu des piles et des culées, pour recevoir la poussée des cintres et des jambes de force, afin de contrebutter solidement les fermes correspondantes : ces assemblages de charpente auront dix pieds de hauteur du dessus de la premiere retraite d'en haut, et neuf pieds de largeur au droit des piles. Chacun de ces assemblages sera composé d'une semelle par le bas, et d'un chapeau par le haut, des mêmes grosseurs qu'aux jambes de force, en les plaçant horizontalement et d'équerre, ou parallèlement aux têtes du pont, à l'affleurement des colonnes tronquées. Leur longueur sera de douze pieds en les assemblant à mi-bois et à queue d'aronde dans lesdites semelles et chapeaux. On placera une entretoise d'un pied de grosseur à moitié de la hauteur des jambes de force, assemblée avec embrévement par bas et tenons; le tout entretenu dessus et dessous desdites entretoises avec des croix de saint-André, aussi d'un pied de gros, dont les pieces, chacune de douze pieds de longueur, seront entaillées à mi-bois entre elles.

54. Ces mêmes assemblages auront dix-sept pieds de largeur au droit du renfoncement du devant de chaque culée; ce qui pourra tripler la quantité des bois à fournir pour un pareil assemblage de chaque pile, au moyen de ce qu'il conviendra aussi d'en fortifier les bois.

55. Les cintres des petites arches seront contreventés de huit pieces posées en écharpe, chacune de vingt-un pieds de longueur, et huit à neuf pouces de grosseur. A l'égard des autres cintres, comme ils seront soutenus dans

leur milieu par une double file de pieux, on pourra en retenir le déversement avec huit contrefiches pour chaque arche, qui auront quinze pieds de longueur et huit à neuf pouces de grosseur, dont quatre de part et d'autre seront posées dans un même plan vertical au droit de chaque file de pieux, en les assemblant par bas avec embrévement et mortoise sur les chapeaux de ces files de pieux, et, par le haut, avec embrévement dans les premiers cours d'arbalétriers.

56. On fera les cintres nécessaires en bois de huit à neuf pouces de grosseur, avec entraits et poinçons, fourrures et vaux recouverts de couchis de six à sept pouces, pour soutenir les différentes lunettes et berceaux, tant des piles que des culées, dont l'appareil est presque aussi considérable que celui des arches.

Maçonnerie.

Moellons.

57. La chaux sera prise à Vernon, au port de Marly, à Chaville, Melun, et autres endroits qui ne seroient pas plus éloignés, dont la qualité aura d'ailleurs été reconnue également bonne; et l'on aura l'attention d'enfermer dans des futailles celle qui pourroit être voiturée par eau, pour l'empêcher de fuser ou se dissoudre à l'air et à l'humidité.

58. Le sable sera dragué et pris dans la riviere de Seine, et ensuite passé à la claie: mais on croit qu'on pourra en retirer beaucoup des fouilles qui seront faites pour la fondation de la maconnerie. On aura soin de le tenir sous des hangars à couvert, ainsi que la chaux, jusqu'à leur emploi.

59. Le ciment sera fait de tuiles et tuileaux, et non de briques. On pourra en trouver dans Paris et autres endroits circonvoisins en quantité suffisante; mais on aura soin de faire surveiller ceux qui le battront pour empêcher qu'ils n'y mettent de la brique, comme cela arrive ordinairement.

60. On emploiera deux especes de mortiers. Le premier, nommé communément mortier blanc, sera composé d'un tiers de chaux éteinte et deux tiers de sable sec; l'autre espece sera composée de moitié de chaux et autant de ciment: cette proportion, qui excédera d'un sixieme la quantité de chaux qu'il est d'usage d'employer dans cette sorte de mortier, ayant été reconnue nécessaire d'après l'expérience qui en a été faite avec la chaux de Vernon et de Chaville, qui foisonne au double, ainsi que celle de Melun.

61. La chaux sera bien broyée dans un bassin de maçonnerie de douze pieds de diametre intérieur, soit avec le sable ou avec le ciment, au moyen d'une machine à cheval, dont l'axe sera placé au centre dudit bassin. Sous le bras de levier auquel sera attaché le cheval, on placera une traverse qui aura quatre pouces moins de longueur que le diametre dudit bassin, laquelle portera des chevilles de bois rond, posées verticalement en forme de rateau, qui descendront jusques près du fond du bassin, en observant d'espacer celles de l'un des côtés de la traverse à des distances répondantes au milieu de l'intervalle des autres chevilles, pour former des sillons différents. Chacune de ces matieres sera conduite au bassin dans des brouettes égales, qu'on emplira, et en nombre convenable, pour observer les proportions mentionnées ci-devant. Il ne sera pas permis de mettre de l'eau en faisant le mortier, et l'on aura soin de le tenir à couvert, tout au moins dans les temps de pluie, sous des bannes de toiles ou des hangars de planches, comme aussi de ne faire à la fois que la quantité de chaque espece de mortier qui pourra être employée dans la journée. Cependant, lorsqu'il s'en trouvera de trop, on le tiendra à couvert, afin qu'il ne soit point lavé par les pluies de la nuit; et si, par négligence ou autrement, on avoit conservé du mortier assez de temps pour qu'il se soit affermi, on le broiera de nouveau dans le bassin, en y mettant une quantité de lait de chaux suffisante.

62. Le ciment qu'on emploiera au mortier qui sera destiné à couler et à faire les joints des pierres, sera passé au tamis, et l'on n'y mettra que de la chaux nouvellement éteinte.

63. Tout le moellon sera dur, fort et gisant. On rebutera celui qui sera rond, nommé tête-de-chat, et le moellon trop petit. Il sera pris et choisi de la meilleure qualité de celui des carrieres des environs de Paris.

64. Ce moellon sera posé à bain de mortier de chaux et sable, par arrases et en liaison en tout sens, à la hauteur de chaque assise de pierres de taille. Il sera arrangé soigneusement à la main et battu au têtu, pour le tasser sur ses lits et le serrer en ses joints jusqu'à ce que le mortier y remonte; les joints seront ensuite garnis de petit moellon et d'éclats de pierres, le tout bien serré au marteau, pour qu'il n'entre que le mortier nécessaire, et qu'il ne reste aucun vuide dans le corps de la maçonnerie.

Pierre de Taille.

65. La pierre de taille sera des différentes especes mentionnées ci-après. Celle qui sera destinée aux têtes, voûtes et lunettes du pont, aux piles, culées, avant et arriere-becs, pilastres, entablements, chapiteaux, impostes, plinthes, socles, et amortissements au-dessus des avant et arriere-becs et des pilastres, ainsi qu'aux colonnes tronquées de l'intérieur des piles et des culées, sera prise aux carrieres de Saillancourt, à deux lieues sur la droite de Meulan, dont on s'est servi, pour la plus grande partie, aux ouvrages du pont de Neuilli. Elle sera voiturée par terre jusqu'à Meulan, et par eau en remontant la riviere, pour arriver aux chantiers du pont.

66. Les balustres des parapets, leur petit socle et les tablettes du dessus, ainsi que les pilastres et arriere-corps d'entre les travées de balustres, seront de pierre de liais féraut ou dur, des carrieres des environs de Paris, pareille à celle qui a été employée aux ouvrages semblables du pourtour de la place de Louis XV.

67. On pourra aussi employer à ces parapets, de même qu'aux entablements et autres profils, de la pierre la plus dure des carrieres de Vernon ou de Cherance, qu'on feroit remonter par la Seine, au cas cependant qu'on pût en avoir sans silex; et les quartiers de cette pierre dans lesquels on en trouveroit aux parements en les taillant seront rebutés.

68. Les parements vus des murs d'épaulements, pilastres, murs de quais, et des chemins de halage, seront faits en pierre dure d'Arcueil ou autre équivalente pour la dureté et qualité, jusqu'à quinze pieds au-dessus de l'étiage; et le surplus de tous ces murs, ainsi que du renfoncement des culées du côté de la riviere, leurs voûtes, et les passages qui doivent y conduire depuis les petits escaliers mentionnés article 25, seront faits en pierre de Vaugirard, de Passy et du Val de Meudon, de la meilleure qualité, jusques sous leur couronnement.

69. On emploiera la plus dure de toutes les pierres précédentes aux bahuts des parapets, aux tablettes du dessus des murs de halage, et aux côtés extérieurs des trottoirs du pont.

70. Les bornes qui seront posées contre les murs des trottoirs au droit de ceux des épaulements et des pilastres de leurs extrémités, ainsi qu'au-devant des parapets des murs de quais, seront également faites en pierre la plus dure.

71. Les libages qui seront employés au-derriere des assises de retraite sur les différents murs des pilastres, ainsi qu'aux autres endroits qui seront désignés ci-après, proviendront des mêmes carrieres indiquées ci-devant pour chacun de ces murs, qu'il aura été nécessaire de tirer, en faisant l'extraction de la pierre de taille; et, à leur défaut, on y emploiera des libages des carrieres de Vergeley, de Saint-Leu, du Val de Meudon, de Passy, et autres, lorsqu'on pourra les avoir à un prix au-dessous de celui de la pierre de taille.

72. Ces libages seront seulement débrutis; ils auront une hauteur et un appareil égal aux pierres de taille des assises de retraite et des parements, ainsi que des voussoirs qui seront prolongés en coupe entre ceux des têtes du pont. Chaque libage contiendra douze à quinze pieds cubes, et plus, quand cela sera convenable; ils seront en général dressés sur une face et à-peu-près retournés d'équerre sur leurs côtés, pour être posés plus jointivement entre eux et contre les quartiers de pierre de taille. On aura soin de choisir et de numéroter, dans les chantiers, les libages qui conviendront à chaque assise, ainsi que cela se doit également pratiquer pour la pierre de taille.

73. Les pierres d'appareil en général porteront douze, quinze et dix-huit pouces de hauteur, suivant leur destination: elles seront toutes bien ébouzinées, essemillées jusqu'au vif et sans fil ni moye. On pourra cependant employer aux assises courantes des fondations et à celles du dessus des murs d'épaulements, murs de quais et du chemin de halage, les pierres dont les fils n'approcheroient pas des parements plus près que douze à quinze pouces, lorsque ces fils ne seront pas paralleles à ces mêmes parements; mais tous les voussoirs, les pierres des tronçons de colonnes servant d'avant et arriere-becs, des chapiteaux, entablements, impostes, plinthes, bahuts et tablettes, tant du pont et des murs que des pilastres et socles, seront tous sans aucun fil ni moye.

74. A l'égard des quartiers de pierres et des libages qui seront employés aux remplissages derriere les assises de retraite, et des parements des murs, et aussi en prolongation de coupe des voussoirs, excepté à celle des têtes du pont, les fils et moyes n'y seront pas considérés comme vicieux; on se contentera de tailler ces pierres, comme cela est expliqué ci-devant, et de les ébouziner. Les pierres de taille et les libages, qui par leur défectuosité, défaut d'appareil ou de grosseur, ne pourroient point convenir pour être employés, soit en parements, soit en libages, seront réduits en moellons, lors même qu'ils auroient été taillés et voiturés sur le tas.

75. Les voussoirs des voûtes seront proprement taillés et retournés d'équerre en leurs lits et joints, en suivant la coupe exacte tendante au centre des voûtes, berceau et lunettes. Ces pierres seront sans démaigrissement dans toute l'étendue des lits. Leurs joints montants seront aussi de franc appareil, et posés jointivement aux têtes, aux voûtes et lunettes, ainsi que dans tout le corps des piles et de leurs avant et arriere-becs, jusques sous l'entablement du pont, de même qu'aux colonnes tronquées qui joindront les piles et les culées, compris leurs impostes: à l'égard des voussoirs intermédiaires à ceux des têtes, les joints montants seront tournés quarrément sur au moins les deux tiers de leur longueur. Les pierres qui seront employées aux avant et arriere-becs seront les plus fortes qu'on pourra trouver, et faites en trois ou quatre quartiers au-dessus des retraites pour chacun, compris leur retour sous les voûtes et dans le corps de la pile, dont l'intérieur sera fait également en pierres de taille, posées jointivement en tout sens, et cramponnées les unes aux autres depuis le dessus des plate-formes de charpente.

76. Les pierres des parements des murs et pilastres, ainsi que de ceux du renfoncement des culées dans les parties situées du côté des arches, seront taillées parallèlement sur leurs lits; mais il suffira que les joints montants des carreaux, et ceux correspondants des boutisses, aient au moins les deux tiers de largeur des carreaux des joints quarrés.

77. Tous ces voussoirs et pierres des murs, pilastres et lunettes, seront bien dégauchis en leurs parements, lits et

joints quarrés. Ces paraments, ainsi que les têtes et douelles des voussoirs, seront sans miroir ni épaufrure, bien taillés, piqués et bouchardés entre des ciselures qu'on relevera au pourtour des arêtes, qui seront toutes sans écornures et bien avivées.

78. Les assises des parements du pourtour de la fondation des piles et culées à poser en retraite jusqu'à la hauteur des plus basses eaux seront faites par carreaux et boutisses, les uns de quatre pieds de long et trois pieds de large, les autres de trois pieds de tête et quatre pieds de queue ou à peu-près; ce qui donnera trois pieds cinq pouces trois lignes d'épaisseur réduite. Le derriere de ces assises sera garni jointivement en libages sur le reste de l'épaisseur des piles et des culées, en y comprenant la saillie des avant et arriere-becs qui joindront ces culées.

79. Les assises du parement des murs d'épaulements, de quais et de halage, ainsi que des pilastres et des tympans des têtes du pont, seront aussi faites par carreaux et boutisses, les uns d'environ trois pieds six pouces de long et vingt-sept pouces de large, et les autres d'environ trente pouces de tête et trente-trois pouces de queue. Les dimensions de ces pierres seront au surplus assujetties à ce qu'exigeront les pilastres et leur saillie et bossage des refends, le tout pour la solidité de l'ouvrage et l'agrément de l'appareil. L'épaisseur réduite de ces pierres sera de deux pieds cinq pouces six lignes, non compris la saillie des bossages : la hauteur de ces assises de retraite sera de quinze ou dix-huit pouces, si les bancs de carrieres le permettent, et leur saillie totale conforme à ce qui est expliqué ci-devant, tant pour le côté des parements, que pour celui du derriere des murs et culées.

80. Les pierres des assises des avant et arriere-becs des corps quarrés des piles d'entre les arches, et de celles qui joindront les culées, auront en leur parement au moins cinq pieds de longueur mesurés quarrément sur autant de largeur réduite, et les plus forts quartiers seront placés aux parties les plus saillantes, en se conformant à ce qui sera dit article 161. Leur hauteur sera pareille à celle des autres assises de retraite du corps des piles et culées. Le surplus du derriere de ces quatre premieres assises sera arrasé jointivement en forts libages de pierre dure.

81. Le derriere de la quatrieme assise, dont la partie d'entre les alettes intérieures des colonnes tronquées, comprenant les especes d'arcades, ou vuide de douze pieds de largeur du milieu des piles mentionné ci-devant, sera arrasé, en place des libages, avec de grands quartiers de pierre de taille, bien équarris, posés jointivement, coulés et fichés en mortier de ciment, et ensuite cramponnés par le dessus, pour éviter d'y faire des arcs renversés de pierre.

82. On posera une pareille assise de pierre de taille, seulement de douze pouces de hauteur, sur la maçonnerie des parties qui seront évuidées à l'intérieur des culées du côté des arches, ainsi qu'au bas des petites voûtes de deux pieds six pouces de large, qui conduiront aux petits escaliers; mais on ne cramponnera que l'assise extérieure du parement des culées.

83. On tracera les épures des arches et celles des berceaux et lunettes, ainsi que des colonnes servant d'avant et arriere-becs, de même que des colonnes tronquées des arcades du milieu des piles, sur un terrain ferme qui aura été dressé en pente à raison d'un pouce par toise mesuré dans le sens de la fleche des arcs et lunettes; ce terrain sera ensuite recouvert d'une maçonnerie de moellon et mortier de chaux et sable de huit pouces d'épaisseur, qu'on recouvrira aussi d'une aire de plâtre bien frottée et unie à la truelle. Au défaut du simbleau pour marquer la courbure des arcs des voûtes, dont les rayons auront environ 20 toises de longueur, on les tracera par retombées, qu'on calculera, pour chaque voussoir, d'après la corde des différents arcs, dont la longueur et celle de leurs fleches sont indiquées aux articles 2, 3 et 4.

84. Pour la liaison des premiers voussoirs des têtes du bas des arcs de chaque arche avec les assises correspondantes des alettes, avant et arriere-becs, on les retournera avec crossettes horizontales, ayant alternativement trois et six pouces de longueur sur les alettes, en sorte qu'il pourra se trouver deux et trois de ces crossettes qui feront partie du même voussoir. Il en sera donné une épure particuliere. On aura l'attention de ne point couler et jointoyer le dessus ni le dessous des crossettes qui se trouveront engagées dans les assises horizontales, et de leur donner un pouce de hauteur de joint, pour qu'elles ne soient point exposées à être cassées par l'inégalité de la pression des voussoirs, qui sera la plus forte, et de celle des assises horizontales, comme aussi de ne poser les assises supérieures aux crossettes les plus élevées que trois mois après le décintrement des voûtes. A l'égard des voussoirs intermédiaires à ceux des têtes dont on vient de parler, ils seront prolongés sur leur même coupe avec libages, qui seront soutenus par des assises horizontales, formant coussinets suivant l'usage.

85. Aux trois arches du nouveau pont de Pont-Sainte-Maixence, chacune de soixante et douze pieds d'ouverture, faites en portion d'arc de cercle dont la fleche de six pieds de longueur a été alongée d'un pied, à quoi on avoit évalué le tassement que pourroit occasionner la compression des cinquante-huit joints d'entre les voussoirs, chacun de cinq lignes vingt-six vingt-neuviemes d'épaisseur réduite, le rayon de l'arc primitif étoit de cent onze pieds, et celui de l'arc surhaussé d'un pied, de quatre-vingt-seize pieds dix lignes et demie. Ce tassement n'a été, pendant la pose des cintres, que de deux pouces une ligne, déduction faite d'un pouce trois lignes et demie de surhaussement d'un certain nombre des premiers voussoirs; et, pendant l'espace d'un mois, d'après le décintrement des voûtes qu'on n'a commencé aussi qu'un mois après, l'augmentation du tassement n'a été que de trois pouces neuf lignes, et en total, avec les deux pouces une ligne, de cinq pouces dix lignes. On présume que, pendant qu'on achevera de

charger les arches du reste de leur maçonnerie, des parapets, trottoirs et pavés, ces voûtes pourront encore baisser au plus de deux pouces dans l'espace d'un an, en sorte qu'il s'en faudra encore de plus de quatre pouces que le tassement des voûtes arrive aux six pieds de fleche mentionnés ci-devant; mais, comme les petites arches du pont de la place de Louis XV auront six pieds de plus d'ouverture, et que leur fleche n'aura également, comme celle du pont de Pont-Sainte-Maixence, que six pieds de longueur, on pense qu'il suffira de ne ralonger cette fleche que d'un pied en observant de laisser aussi les voussoirs sur les cintres pendant un mois avant de les décintrer, pour laisser au mortier des joints le temps de s'affermir suffisamment, et de résister à la compression des voussoirs.

86. D'après l'expérience rapportée précédemment, on pense qu'aux arches de moyenne grandeur du pont de la place de Louis XV, lesquelles auront quatre-vingt-sept pieds d'ouverture, il suffira de donner quinze pouces de plus à la fleche, ou en total huit pieds huit pouces, et dix-huit pouces à l'arche du milieu de quatre-vingt-seize pieds d'ouverture, pour que toute la fleche ait dix pieds huit pouces, le tout en négligeant les fractions de pouces. On aura l'attention de faire tailler les voussoirs de tête et de remplissage, suivant le rayon et l'arc surhaussé de chaque arche, ainsi que cela a été exécuté avec succès à Pont-Sainte-Maixence, afin d'avoir moins de tassement.

87. Les voussoirs des têtes auront, à la clef, les longueurs de coupe mentionnées article 12, portant crossette de neuf pouces de saillie en prolongation de coupe mesurée verticalement sur la face inférieure de l'architrave. Les autres voussoirs étant retournés horizontalement par le dessus jusques sous l'architrave et la rencontre des assises de tympans, comme cela est dit au même article, leur longueur de douelle sera alternativement de cinq pieds, et quatre pieds pour ceux de ces voussoirs qui porteront la saillie des crossettes. Les autres auront neuf pouces moins de longueur de douelle, c'est-à-dire quatre pieds trois pouces et trois pieds trois pouces. On aura l'attention de donner six pouces de plus de longueur de coupe que celles qui viennent d'être indiquées, aux voussoirs des têtes qui porteront crossettes, et à ceux qui doivent se terminer sous l'architrave, comme aussi de prolonger ces crossettes de trois pouces en contre-bas, le tout pour qu'après le décintrement et tassement total des voûtes on puisse retailler sur le tas ceux des voussoirs qui excéderont leur arrasement qu'on doit faire de niveau par le dessus, de même qu'aux crossettes dans leurs parties du dessous, en leur laissant cependant un bombement de trois pouces, observant de prolonger la courbure de ce bombement dans le reste de la partie supérieure des arcades renfoncées.

88. Les voussoirs intermédiaires d'entre ceux des têtes auront au moins la même coupe, franche d'appareil, que ceux des clefs, sur trois et quatre pieds de longueur de douelle. On s'assujettira au surplus, pour leurs différentes dimensions, à ce qu'exigera le raccordement de ces voussoirs avec l'appareil des lunettes du dessous des voûtes; lesquelles lunettes seront recreusées dans chaque rang de voussoirs, et non appareillées suivant les regles de l'art du trait, pour que le tassement sur le mortier des joints soit le même d'une tête à l'autre dans chaque cours de voussoirs. Ceux au droit des reins seront prolongés en libages, suivant leur même coupe, jusqu'à la hauteur horizontale de l'extrados de ceux des clefs de l'arche du milieu, et, aux autres arches, suivant le plan incliné qui passera également à l'extrados de leurs clefs. L'épaisseur de tous les voussoirs sera, à leur douelle, de quinze à seize pouces.

89. Les voussoirs de chaque berceau de six pieds de large, du renfoncement du devant des culées, auront environ dix-huit pouces de longueur de coupe, et de dix à douze pouces d'épaisseur à la douelle, sur deux et trois pieds de longueur, de même qu'aux voûtes en arc de cercle des passages qui doivent conduire aux petits escaliers.

90. Chaque marche de ces petits escaliers sera d'une seule pierre de la plus dure qualité, portant son noyau ou limon, observant de les encastrer toutes de trois pouces, dans les parpaings et murs de pourtour de ces escaliers.

91. Chaque assise des parements vus sera posée de niveau dans tout le pourtour des piles et culées, des avant et arriere-becs, murs d'épaulements et leurs pilastres. Leur hauteur sera depuis douze jusqu'à quinze et seize pouces.

92. Chaque rang de voussoirs sera aussi posé de niveau, bien aligné et dégauchi dans un même plan, sur ceux des têtes correspondantes, en observant cependant un bombement d'un pouce et demi à chaque rang de voussoirs des clefs, et de diminuer ce même bombement successivement au rang des voussoirs inférieurs, pour qu'il se trouve entièrement supprimé à la naissance des voûtes, et cela à cause du tassement du haut des arches, qui se fait ordinairement sur la largeur du pont, en considérant chaque rang de voussoirs comme des voûtes bombées qui viennent s'appuyer sur ceux des têtes. Les chapiteaux, entablements, plinthes, parapets et bahuts, seront bien alignés et posés suivant les pentes du pont, des murs d'épaulements et des quais, en observant cependant ce qui est expliqué, art. 17, pour les parties d'entablements en retour d'équerre du dessus des colonnes.

93. Les cours des voussoirs des arches seront des dimensions portées aux art. 87 et 88. Leurs joints de lits auront, aux cinq premiers cours, vers les naissances des petites arches, et dans l'ordre de leur pose, dix, neuf, huit, sept et six lignes d'ouverture vers leur douelle, réduite à deux lignes à leur extrados, pour qu'en s'affaissant après le décintrement ils puissent devenir paralleles. On donnera, pour la même raison, à l'extrados des joints de la clef et des deux voussoirs de chaque côté, neuf lignes de largeur, et huit et sept lignes aux suivantes, de part et d'autre, sur également deux lignes à leur douelle, parceque cette partie du milieu des voûtes se resserre vers l'extrados en s'affaissant et comprimant les parties des joints les plus ouverts des voussoirs du bas des voûtes. Les joints de lits des

autres voussoirs auront six lignes d'épaisseur à l'extrados, pour ceux du premier quart de la voûte de chaque côté, et quatre lignes à leur intrados. On en usera de même, mais en sens contraire, dans la partie de la demi-voûte supérieure; c'est-à-dire que les joints de l'extrados auront six lignes, et ceux de douelle quatre lignes; le tout, ou à-peu-près, et toujours dans l'intention que tous ces joints deviennent paralleles après le décintrement, au moyen de quoi leur épaisseur réduite sera de six lignes. On en usera de même aux autres arches, en proportionnant les augmentations et diminutions de joints à leur plus grande ouverture, et l'on aura l'attention de tracer ces différentes largeurs de joints sur l'épure surmontée de chaque arche.

94. Les assises courantes des murs d'épaulements, murs de quais, leurs pilastres, ainsi que du mur de halage et de retraites du bas de ces murs, seront également posées alternativement en carreaux et boutisses, comme cela est dit ci-devant, art. 79. Les joints de lits auront quatre lignes de hauteur, et ceux des montants une ou deux lignes au plus de largeur. Toutes les pierres seront posées sur cales de bois tendre; lesquelles cales ne seront pas placées plus près qu'à six pouces des parements et des angles. Ces pierres, après avoir jetté dessus de l'eau pour en enlever la poussiere et autres corps étrangers, seront ensuite toutes coulées et fichées, avec mortier de chaux et ciment, en leurs lits et joints montants. On se servira, pour cet effet, d'une fiche de fer plat et dentelé; le mortier qu'on y emploiera ne sera point trop épais, afin qu'il puisse être introduit facilement dans les lits et joints.

95. Tous les joints de la douelle des voussoirs, et ceux du parement des assises, seront garnis d'étoupe, pour empêcher le mortier de se perdre. Après que les pierres auront été bien coulées et fichées, on garnira les joints, dans les parties qui se trouveront démaigries au derriere et à l'extrados des voussoirs, avec des éclats de pierre dure, qui seront serrés au marteau et avec le bout de la fiche, par-tout où il pourra en entrer, pour qu'il n'y reste aucun vuide, et que le mortier puisse regonfler et environner tous les éclats de pierre.

96. A mesure qu'on élevera les assises du dessus des retraites des murs, on les arrasera au derriere, sur le reste de leur épaisseur, de moellons durs et bon mortier de chaux et sable, en observant les taluts de leurs parements, et les retraites du derriere à ceux de ces murs qui doivent en avoir.

97. Avant que de poser une nouvelle assise ou un autre rang de voussoirs, on retaillera les pierres et les libages, pour en régler plus exactement la hauteur et en dégauchir les coupes Les balevres des parements, et les bossages qui auront été réservés pour faciliter la pose des pierres et la charpente des cintres, seront aussi retaillés aux assises courantes. A l'égard des voussoirs, on attendra, pour faire les ragréments et la retaille des bossages, que les voûtes aient été décintrées.

98. Les pierres qui seront employées aux entablements, aux chapiteaux des colonnes, aux impostes, aux couronnements des murs de quais et du chemin de halage, aux parpaings des parapets, sous les bahuts, auront au moins quatre ou cinq pieds de longueur, et assez de largeur pour porter toute la saillie des profils, et se trouver engagées suffisamment dans le corps de la maçonnerie pour retenir la bascule de ces saillies. Cet engagement sera, à l'assise supérieure de l'entablement, terminé à l'à-plomb intérieur des parapets; et cette assise aura deux pieds de hauteur, afin qu'elle puisse porter le larmier et le jet-d'eau du dessus de la doucine. Les deux assises intérieures de l'entablement auront chacune quinze pouces de hauteur, dont la premiere portera le profil du cavet, avec son filet sous le larmier, ainsi que la tête des consoles et son adoucissement au-dessous; et la deuxieme, qui sera la plus basse, portera le reste de la hauteur des consoles, de même que la face supérieure de l'architrave; en observant, sur leur longueur en parements et la largeur de leurs lits, les liaisons convenables entre elles, ainsi que de l'une à l'autre assise. On réservera les plus longues pierres qu'on pourra tirer et voiturer des carrieres, pour les employer aux bahuts des parapets, en les posant quarrément à leurs bouts, et ne donnant que deux lignes d'épaisseur à leurs joints.

99, L'assise courante de pierre dure du devant des trottoirs du pont et des murs d'épaulements aura quinze pouces de hauteur et dix-huit pouces de largeur paralleles, en les scellant dans la maçonnerie du pont, et réglant la pente du dessus parallèlement à celle du dessus des parapets, dont la hauteur sera de trois pieds au-dessus des trottoirs, chacune composée de trois assises d'un pied, compris celle du bahut, qui sera bombée d'un pouce et demi par le haut.

100. Les deux marches des bouts des trottoirs auront chacune dix-huit pouces de largeur, compris trois pouces pour le recouvrement de la seconde. Leur hauteur sera de six pouces; mais on donnera neuf pouces à la deuxieme marche, pour que le bas se trouve recouvert de trois pouces par le pavé du pont, comme le sera l'assise courante de ces mêmes trottoirs. La longueur des pierres de ces marches sera au moins de cinq à six pieds, et la deuxieme sera arrondie en quart de cercle à ses extrémités.

101. On posera vingt-quatre bornes de fonte de fer, dont trois aux angles de chaque bout des trottoirs, compris une à chaque angle du socle du dernier pilastre qui terminera les murs d'épaulements: chaque borne aura deux pieds et demi de hauteur, compris un pied de culasse. Il en sera donné le profil.

102. On posera aussi des bornes demi-rondes en pierre dure au-devant des parapets et des murs de quais, comme cela est dit art. 12, en les espaçant à douze pieds les unes des autres, de milieu en milieu. Leur hauteur sera de trois pieds et demi, compris deux pieds de culasse, qui sera scellée dans de la maçonnerie de moellon et mortier. Elles

seront arrondies avec talut de six pouces sur le devant, et plateau derriere; leur grosseur sera de quinze pouces au-dessus de la culasse dans le sens de leur largeur, réduite à douze pouces à leur tête, qui sera bombée d'un pouce, et l'on aura soin de les isoler d'un pouce des parapets.

103. Après le ragrément du parapet des pierres, tous les joints des parements vus seront dégradés avec un crochet de fer, pour en ôter le mortier des coulis sur un pouce de profondeur. On les mouillera ensuite et l'on posera de nouveau mortier de ciment. On aura de plus l'attention de passer dans ces joints, à différentes reprises, un fer recourbé, portant un crochet au bout, qui aura servi à les dégrader, comme on l'a dit ci-devant, lequel fer sera d'une épaisseur un peu inférieure à celle des joints, pour en frotter le mortier et le repousser jusqu'à environ une ligne des parements, afin que les arêtes des pierres en soient apparentes.

Fers.

104. Tout le fer proviendra des forges du Berri. Il sera bien corroyé, doux et non cassant. Les fers ou sabots des pilotis auront quatre branches, chacune de dix-huit pouces de longueur, vingt lignes de largeur et quatre lignes d'épaisseur. Elles seront soudées avec soin aux sabots, sans être affoiblies ni brûlées. Le sabot aura trois pouces en quarré par le dessus, se terminant en cône sur six pouces de longueur, en observant d'arrondir un peu sa pointe. Chaque branche sera percée de quatre trous pour être attachée au pilotis, avec autant de forts clous forgés exprès. Le tout pesera vingt-cinq livres.

105. Les lardoires qui seront employées à ferrer les bouts des palplanches auront deux branches pareilles à celles des pilotis et clouées de même Le sabot emboîtera le bout de ces palplanches sur un pouce de hauteur. Elles peseront chacune douze livres.

106. Les chevilles qui seront employées pour arrêter les plate-formes sur les racinaux auront six à sept pouces de longueur, et seront du poids d'une demi-livre chacune. Celles qui serviront à arrêter les liernes des batardeaux contre les pieux, ainsi que les entretoises sur les liernes, auront onze pouces de longueur et peseront une livre.

107. Les boulons pour le chassis des batardeaux auront douze pouces de longueur entre œil et tête, et neuf lignes de grosseur. Ils peseront, avec leurs rondelles et clavettes, chacun trois livres.

108 Les crampons qui seront employés aux assises des piles, avant et arriere-becs, depuis le dessus des assises de retraite jusques et compris les chapiteaux des colonnes et ceux de la derniere assise de retraite qui formera radier dans le vuide d'entre les colonnes tronquées, de même qu'à l'assise du parement des parties renfoncées des culées, et aux autres endroits où il pourra être nécessaire d'en placer, auront dix-huit pouces de longueur, compris trois pouces de crochet à chaque bout. Leur longueur sera mesurée du dessus des crampons. Leur grosseur sera d'un pouce en quarré. Ils peseront chacun six livres. On les posera à un pied de distance des parements, observant de les encastrer dans la pierre de quelques lignes de plus de leur épaisseur. Ceux d'entre eux qu'on recouvrira d'assises de pierre seront scellés en mortier de chaux et ciment, et les autres en plomb.

109. On posera des boucles ou organeaux verticalement, à différentes assises, sur leur hauteur, et dans tous les endroits où ils pourront être utiles; et cela, depuis trois pieds au-dessus des basses eaux jusqu'à pareille hauteur au-dessus des plus hautes eaux de la navigation. Ils auront chacun huit pouces de diametre intérieur, seront faits en fer quarré, et forgé de vingt lignes de diametre, bien arrondis et soudés. Les lacets de ces organeaux seront faits avec du fer de quinze lignes de gros, plié en deux, sur trois pieds neuf pouces de longueur pour chaque branche, compris l'œil dans lequel passera la boucle, ainsi que d'un crochet de trois pouces au bout. Le tout doit peser quatre-vingts livres. On aura de plus l'attention d'encastrer ces boucles, en y comprenant la saillie de l'œil du lacet dans le parement de la pierre, pour empêcher les bateaux de se blesser contre leur saillie en rasant ces parements. Les lacets seront également encastrés de leur épaisseur et de quelques lignes de plus, comme doivent l'être les crampons dans l'assise du dessous au droit de laquelle on les placera.

110. La plate-bande de fer qui sera posée au haut de l'assise courante du devant des trottoirs, aura six pouces de hauteur, et six lignes d'épaisseur, sur une longueur totale, pour chaque côté du pont, de cent dix toises trois pieds six pouces. Cette plate-bande sera encastrée de son épaisseur dans la pierre, et retenue, au droit de chaque joint montant des assises du bord des trottoirs, avec un boulon de neuf lignes de diametre et deux pieds et demi de longueur, dont la tête arrasera le devant de la plate-bande. Les six pouces du bout de ce boulon seront applatis et refendus en deux pour être coudés dans le joint vertical, au derriere des mêmes pierres. L'œil dans lequel passeront les boulons aura deux lignes de diametre de plus dans le sens horizontal, ainsi que la partie fraisée dans la plate-bande qui en recevra la tête, pour ne pas gêner la dilatation que le fer éprouvera nécessairement à l'ardeur du soleil, ou sa contraction lors de la gelée. C'est pour la même raison qu'il faudra laisser une ligne de jeu, par toise courante, au bout de ces plates-bandes, qui seront croisées à moitié de leur hauteur sur six pouces de longueur à chaque bout, en plaçant au milieu de chaque partie, et au droit d'un joint de la pierre, un boulon de fer pareil à ceux mentionnés ci-devant. Chaque plate-bande sera au surplus de la plus grande longueur que pourront fournir les forges.

Pavé.

111. Le pavé du dessus du pont et à ses abords sera de grès. Il proviendra des carrieres des environs d'Orçay, et de ceux de Pontoise, le long de la riviere d'Oise. On choisira les roches les plus dures de ces différents endroits; et le pavé tendre sera rebuté, tant sur les carrieres que sur l'ouvrage, et même après son emploi, au cas qu'on eût négligé de le choisir de bonne qualité. Tout ce pavé aura huit et neuf pouces d'échantillon, et sera fendu et essemillé régulièrement sans démaigrissement à la queue.

112. Le sable sera pris et dragué dans la riviere; il sera graveleux et de même qualité que celui qu'on emploiera à la maçonnerie du pont.

113. Le pavé du dessus des trottoirs sera pris aux mêmes endroits mentionnés ci-devant. Il aura six pouces de grosseur en tout sens, et sera fendu cubiquement autant que cela se pourra. On le posera en mortier de chaux et ciment sur une aire de pareil mortier de trois pouces d'épaisseur, laquelle sera établie sur un massif de maçonnerie de chaux et sable, en continuation de celle du dessus du pont.

TROISIEME SECTION.

Construction.

114. On se propose de faire le pont en cinq années. La premiere année sera employée aux approvisionnements nécessaires des différents matériaux, à les voiturer et préparer sur les chantiers qui seront établis aux endroits le plus à proximité de chaque bout du pont. On construira les hangars pour mettre les bois et équipages à couvert; on établira les forges; on fera les sonnettes pour battre les pieux et pilotis, la machine qui doit servir aux épuisements au moyen d'une roue à aubes que fera mouvoir la riviere, et des chapelets de supplément pour ces épuisements. Les chantiers pour les cintres et autres gros bois de charpente seront placés séparément de ceux de la pierre et du moellon, et tous renfermés dans des enceintes de barriere, lorsque cela sera trouvé nécessaire, à l'exception des parties gazonnées de la place de Louis XV, qui seront demandées à la ville pour y établir des chantiers, à la charge de renouveller les gazons après la construction du pont, lesquels sont déja environnés de barrieres. Les bassins pour éteindre la chaux seront établis, ainsi qu'une ou deux machines à cheval, destinées à faire le mortier, et mentionnées art. 61, sur le bord de la riviere, à la proximité des ouvrages de maçonnerie. On commencera aussi, dans la même année, les fouilles et enlevements de terre et sable, jusqu'à la hauteur des basses eaux pour la fondation des deux culées, des murs d'épaulements, murs de quais, et celui du chemin de halage.

115. Dans la deuxieme année, on commencera par faire un batardeau d'enceinte pour la pile, la culée et les murs d'épaulements, compris leurs pilastres, ainsi que la partie correspondante du mur du chemin de halage et de ses traverses, et l'on fera un pareil batardeau pour la fondation de la deuxieme pile, le tout du côté de la place de Louis XV. On établira les machines à épuiser; on battra les pilotis de fondation; et, après avoir posé les chapeaux, racinaux et plate-formes de charpente, on élevera ensuite la maçonnerie jusqu'à neuf pieds de hauteur, en y comprenant les quatre assises de retraite. Les deux mêmes batardeaux seront tout de suite arrachés et transportés au côté opposé, pour former également l'enceinte de la troisieme pile et celle de la culée et de la quatrieme pile, situées du côté du palais Bourbon, ainsi que des murs d'épaulements. On y transportera les machines à épuiser; on battra les pilotis de fondation, qui seront également recouverts de leurs chapeaux, racinaux et plate-formes; après quoi, la maçonnerie sera élevée également à neuf pieds de hauteur, ou à trois pieds au-dessus de l'étiage, et on y apportera assez de diligence pour que ces derniers batardeaux puissent être enlevés avant la crue des eaux de l'arriere-saison.

116. La troisieme année, on continuera d'élever la maçonnerie jusqu'à la naissance des voûtes; on posera tous les cintres de charpente, dont les bois auront été préparés et taillés dans les deux premieres années; et l'on construira toutes les voûtes des lunettes et des niches des culées.

117. La quatrieme année, on construira les voûtes des cinq arches, et assez à temps pour que les cintres de charpente puissent être enlevés un mois après la pose des clefs et avant le temps de la crue des eaux, ainsi que les doubles files de pieux qui doivent être battues sous les trois arches du milieu pour fortifier les cintres.

118. La cinquieme année, on achevera la prolongation des voussoirs des arches, ainsi que leur assise de tympans, le reste de la hauteur des avant et arriere-becs et leurs chapiteaux, de même que les entablements et les socles du dessus des avant et arriere-becs et des pilastres du bout des murs d'épaulements. On posera les entablements du pont, les parapets, les balustrades. On pavera le dessus du pont et les trottoirs, ainsi que les rampes aux abords, et l'on posera les pyramides de fer. Enfin on fera les batardeaux et épuisements du devant des murs de quais, pour qu'ils puissent être achevés, ainsi que le reste des murs du chemin de halage, à la fin de cette campagne.

119. Le batardeau qui renfermera la culée et la premiere pile aura quatre-vingts toises de pourtour, et celui de l'enceinte de la deuxieme pile, soixante toises, en laissant un intervalle de dix-huit pieds entre les deux batardeaux

pour y établir la machine à aubes, qui doit servir successivement aux épuisements, tant de la culée et de la premiere pile, qu'à ceux de la deuxieme pile. Ces batardeaux seront composés de deux files de pieux, dont la pointe sera brûlée pour la durcir, lorsque le terrain ne se trouvera pas assez ferme pour qu'il soit nécessaire de les armer d'un sabot de fer : on les espacera à quatre pieds sur leur longueur et à huit pieds dans l'autre sens ; le tout mesuré de milieu en milieu, et posé d'équerre entre eux. Ces pieux seront alignés et battus, en commençant par le côté d'amont, avec un mouton de six cents livres de pesanteur, et de telle sorte que leurs têtes puissent arriver à six pieds au-dessus de l'étiage, après qu'ils auront pris fiche d'environ trois pieds dans le tuf ou bon terrain, à l'effet de quoi il sera fait des sondes particulieres au moyen desquelles on puisse fixer la longueur qu'il faudra leur donner pour chaque partie dudit batardeau.

120. On battra, en même temps que les pieux des batardeaux, ceux de la double file, qui doivent soutenir les fermes dans leur milieu, lesquelles seront espacées à six pieds ou à-peu-près de l'une à l'autre file, mesurée de milieu en milieu, et à l'à-plomb de chaque ferme ; en sorte que plusieurs d'entre eux, du rang qui se trouvera le plus proche de la premiere pile, seront alignés sur ceux de l'extérieur du batardeau, et en tiendront lieu de deux sur trois.

121. Au côté extérieur des pieux, et à cinq pieds et demi au-dessus des basses eaux, on posera un cours de liernes de six pouces de grosseur, qui se recouvriront de quatorze pouces à leur bout, sur l'un des pieux, à chacun desquels les liernes seront arrêtées avec chevilles de fer barbelées.

122. On posera des entretoises transversalement, qui joindront le dessus des liernes et les pieux de deux en deux. Elles auront treize pieds de longueur, et huit pouces de grosseur au droit des liernes, afin qu'il leur reste assez de force pour porter les échafauds qui pourront être établis sur les batardeaux, après avoir été entaillés de trois pouces par le dessous, à la rencontre des liernes contre lesquelles elles seront arrêtées avec chevilles de fer.

123. Contre chaque file de pieux, et du côté intérieur des batardeaux, il sera battu des chassis de palplanches de douze pieds de longueur à-plomb et jointivement. Chaque chassis sera composé de deux montants de quatre pouces de grosseur et de neuf à dix pouces de largeur, distants de dix pieds et demi entre eux, assemblés avec quatre traverses de douze pieds de longueur, et de même largeur et grosseur que les montants, laissant une coulisse de quatorze pouces et demi au moyen d'une rondelle de fer de trois lignes d'épaisseur qui sera mise de chaque côté intérieur du montant. Ces traverses seront placées doubles, boulonnées au montant, et serrées avec rondelles et clavettes. Les premieres seront fixées à six pouces du dessous des montants. La distance du rang inférieur de ces traverses sera établie de maniere que, les montants étant battus, elle se trouvera située un peu au-dessus du fond de la riviere. On aura eu premièrement soin d'assembler ces chassis sur le chantier, pour que les coulisses soient bien jointivement garnies de palplanches pareilles aux montants, observant de les dresser à la besaiguë, et de les jauger parallèlement, ainsi que les montants ; on commencera par battre les chassis de la partie des batardeaux située du côté d'amont. Ils seront liernés et étrésillonnés à mesure qu'on les enfoncera.

124. Après avoir battu les montants, assemblés avec leur traverse jusqu'à la hauteur de la tête des pieux des batardeaux, on garnira les coulisses des palplanches qui y auront déja été présentées sur le chantier, en commençant par le côté de chaque montant, afin de diminuer l'effort du choc latéral des moutons, qui pourroit les casser. L'intervalle du bout d'un chassis à l'autre sera garni, entre ceux des traverses qui excéderont la largeur des montants d'environ trois pouces, avec une palplanche qui servira de clef d'un chassis à l'autre. Chaque angle des batardeaux sera fortifié avec deux entretoises moisées de quinze pieds de longueur sur huit pouces de grosseur, embrassant les pieux d'angle avec lesquels elles seront boulonnées. On entaillera ces entretoises de trois pouces au droit des liernes du dessous. Sur les moises et les deux entretoises contiguës, seront posées les deux autres liernes, boulonnées chacune avec les pieux qui se trouveront les plus près de part et d'autre de ceux des angles, et entaillées pour s'assembler avec les entretoises et moises sur lesquelles elles seront placées.

125. On draguera et enlevera, avec des dragues à hotte, les terres, sables et vase de l'intérieur des batardeaux, le plus bas qu'il sera possible, jusques sur le tuf et le bon terrain, pour que la terre franche dont ils seront remplis soit assise sur un fonds moins sujet aux filtrations, afin de diminuer les épuisements.

126. Ces batardeaux seront remplis jusqu'à l'affleurement du dessus des entretoises avec de la terre franche, pure, et non mêlée de pierrailles et gravier, laquelle sera pilonnée sous l'eau et battue au-dessus à mesure qu'on l'emploiera.

127. On se servira, pour les épuisements, d'une machine mue par le courant d'eau au moyen du coursier qui se trouvera établi entre le côté du batardeau qui renfermera la culée et la premiere pile, et celui du pourtour de la deuxieme pile, en y plaçant une roue à aubes, qui en fera mouvoir une autre à godets, placée dans l'intérieur du premier de ces batardeaux, et mue au moyen d'un arbre et d'une lanterne à chaque extrémité, que les roues dentées qui seront adaptées à la roue à aubes et à celle à godets feront mouvoir, le tout fait d'après les dessins cotés qui en seront donnés ; et, pour rassembler une plus grande quantité d'eau dans le coursier, on battra, du côté d'amont et au droit du petit batardeau de l'enceinte de la deuxieme pile, une file de pieux et de palplanches, formant, avec le

côté extérieur de ce batardeau, un angle pareil à celui de l'aile du grand batardeau opposé. Les pieux seront espacés à quatre pieds de distance l'un de l'autre de milieu en milieu, et les palplanches battues jointivement, soutenues à leurs extrémités avec une pareille file de pieux sur cinq toises de longueur en prolongation de la file extérieure du petit batardeau et sans palplanches; le tout lierné, entretoisé et boulonné convenablement.

128. Pendant qu'on fera les épuisements, et à mesure que l'eau s'abaissera au-dessous des basses eaux, dont les terres et sables de la partie supérieure doivent avoir été enlevés dans la campagne précédente, on draguera et l'on enlevera les terres et sables de l'enceinte intérieure des batardeaux dans l'emplacement de la fondation de la maçonnerie jusqu'à six pieds de largeur au pourtour, et l'on creusera les puisards des machines hydrauliques, en les éloignant au moins de six pieds du bas des batardeaux, ainsi que les rigoles qui doivent conduire l'eau dans ces puisards.

129. Après que les épuisements de l'intérieur du grand batardeau situé du côté de la place de Louis XV auront été achevés, on transportera l'arbre et la même roue à godets pour l'épuisement de l'intérieur du batardeau de la deuxieme pile, en se servant toujours, pour moteur, de la roue à aubes qui ne sera point déplacée. Dans le cas où cette machine seroit insuffisante pour les épuisements, on y suppléera avec des chapelets verticaux qui auront cinq pouces de diametre intérieur et seize pieds de hauteur, dont trois pieds pour la profondeur des puisards, six à sept pieds au-dessous de l'étiage, six pieds pour la hauteur des batardeaux, et un pied d'excédent jusqu'au hérisson pour la pente des gargouilles et auges. On fera aussi plusieurs chapelets de plus grande longueur pour servir au besoin.

130. Il entrera dans les cent quarante toises de longueur des deux batardeaux précédents, et dans la file de pieux qui sera battue en évasement au-devant du petit batardeau, pour rassembler plus d'eau au droit de la roue à aubes qui doit servir aux épuisements, quatre cents vingt pieux, dont la longueur réduite sera de vingt-un pieds, pour que leur tête puisse arriver à six pieds au-dessus de l'étiage. Leur grosseur réduite sera de neuf pouces sans l'écorce; le tout produisant treize cents quarante-trois solives. Il entrera aussi neuf cents quatre-vingt-six solives de bois équarris, ainsi que deux cents cinquante-huit toises de longueur de chassis de palplanches, dont les bois seront remployés, ainsi que les fers qui seront encore en état de servir, successivement aux batardeaux de la fondation du reste du pont et des murs, en renouvellant à neuf ceux des bois et des fers qui manqueront après la construction de ces nouveaux batardeaux. On y transportera la même machine hydraulique et les chapelets verticaux, s'ils sont nécessaires, en la disposant successivement comme on vient de l'expliquer pour la culée, ainsi que les premiere et deuxieme piles; et l'on transportera aussi la file de pieux et de palplanches qui étoit destinée à rassembler une plus grande quantité d'eau dans le coursier, pour servir au même usage dans le nouveau; le tout en observant de laisser un passage libre et commode pour la navigation pendant tout le temps de la fondation du pont. On fera au surplus les contre-batardeaux en terre qui seront nécessaires dans l'intérieur des précédents.

131. Lorsqu'on fondera les murs de quais, on commencera par construire successivement un batardeau à dix-huit pieds parallèlement de l'alignement de la premiere retraite d'en bas de ces murs. Ces batardeaux auront seulement six pieds de largeur intérieure, et seront au surplus construits comme les précédents, en comprenant, dans leur intérieur, les pilastres du bout des murs d'épaulements, pour faciliter les reprises et raccordements de la maçonnerie. Ils auront ensemble cent quarante toises de longueur, compris leurs retours d'équerre à chaque bout. Les épuisements intérieurs seront faits aussi successivement avec des chapelets verticaux en nombre suffisant, après que le terrain aura été fouillé et dragué jusqu'à trois pieds seulement sous les plus basses eaux, vu que la fondation de ces murs de quais doit être établie à trois pieds moins de profondeur que le surplus de celle du pont, des murs d'épaulements, et de celui du chemin de halage en son entier.

132. Pour l'établissement des machines hydrauliques, il sera fait tous les échafauds nécessaires et convenables à leur destination, lesquels seront transportés successivement lorsque ces machines seront déplacées afin d'être employées à de nouveaux épuisements.

133. En faisant les fouilles de terre pour la fondation des murs de quais, murs d'épaulements et des culées, on observera de les approfondir de niveau jusqu'à quatre pieds au-delà du derriere de ces murs, à l'exception de celui des culées qui sera élevé le plus à plomb qu'on pourra, pour que la maçonnerie soit continuée et bloquée contre le terrain fermé et non remué. On fera, dans le surplus de ces fouilles, les taluts nécessaires sur un angle de quarante degrés pour empêcher l'éboulement des terres, et le haut de ces fouilles sera défendu avec des barrieres, à mesure qu'on les ouvrira, pour la sûreté publique.

134. Les terres de ces fouilles seront transportées dans la partie de la riviere dont le lit doit être rétréci du côté d'aval au-devant de la terrasse du palais Bourbon, et sur l'exhaussement de la prolongation des culées et des murs de rampe en retour d'équerre de chaque côté, en les éloignant d'abord suffisamment de leur sommet pour qu'elles ne puissent pas retomber dans les tranchées.

135. Les pompes à chapelets seront chacune percées de trois trous de trois pouces de diametre, et de deux en deux pieds du hérisson, lesquels seront bouchés avec des tampons de bois garnis de filasse. Ces trous, en les ouvrant

successivement, serviront à laisser évacuer l'eau proportionnellement aux crues ou à l'abaissement de la riviere, afin de ne pas charger la puissance d'une colonne d'eau inutile. Pour cet effet, on substituera aux tampons d'un même rang de chapelets, des gargouilles de bois tournées et percées dans leur milieu, lesquelles dégorgeront dans les auges, après les avoir baissées ou élevées d'autant.

136. Pour n'être pas obligé d'enlever l'eau par-dessus les batardeaux lorsque la hauteur de la riviere ne l'exigera pas, il sera placé une ou deux caisses bien calfatées et goudronnées sur l'épaisseur des batardeaux, qui auront neuf pieds de longueur, quatre pieds de hauteur et un pied de largeur, le tout dans œuvre, et seront composées de planches de chêne de deux pouces d'épaisseur, bien jointes et entretenues à chaque bout et au milieu avec un bâtis de charpente: celui du bout, du côté intérieur des batardeaux, sera divisé en trois parties, fermées chacune d'une porte ou clapet à charniere, garnie de cuir en dedans, qu'on ouvrira ou fermera suivant que l'exigera la hauteur de la riviere. Ces caisses seront réduites à sept pieds de longueur, pour les batardeaux de six pieds de largeur intérieure, de ceux qui seront faits au-devant des murs de quais.

137. Le service de chaque chapelet sera fait par douze journaliers, dont quatre seront appliqués ensemble à leur manivelle. Un pareil nombre d'hommes les relevera de deux heures en deux heures, sans discontinuation, jour et nuit; au moyen de quoi le travail de chaque homme se trouvera réduit à huit heures dans vingt-quatre heures. On pourra diminuer un homme sur les quatre de chaque relais lorsque la crue de la riviere ne sera que de deux pieds au-dessus de l'étiage, parceque l'eau sera enlevée pour lors à quatre pieds moins de hauteur que quand elle sortira par la gargouille supérieure de la tête du chapelet; ce qui fera une diminution d'environ le quart de la hauteur de la colonne d'eau de tout le chapelet.

138. Les journaliers qui seront employés aux pompes à chapelets seront payés au cent de tours de manivelle et non à la journée, comme cela est d'usage; et, pour cet effet, on placera à la tête de chaque chapelet une machine propre à compter les tours de manivelle, d'après le modele qui en sera donné.

139. Pendant qu'on fera les épuisements, on tracera sur les liernes des batardeaux la ligne du milieu du pont. On tracera aussi sur le terrain, après qu'il aura été dragué et enlevé, ainsi que les sables et vase, et dressé de niveau jusqu'aux basses eaux, l'emplacement de la culée, des murs d'épaulements, et l'on fouillera et enlevera les terres et sables jusqu'à sept pieds de profondeur sous ces basses eaux dans l'étendue du grand batardeau situé du côté de la place de Louis XV, qui se trouvera au droit de la petite arche de treize toises d'ouverture, parcequ'elle doit servir au passage de la navigation. Cette fouille ne sera faite, pour le reste de la fondation du pont, que jusqu'à six pieds du devant des premieres assises de retraite d'en bas.

140. Les terres, vase et sables, seront transportés successivement aux remblais indiqués à l'article 132, et le sable graveleux sera mis séparément en dépôt à proximité de chaque bout du nouveau pont pour être employé tant au mortier qu'à la forme du pavé, ce qui aura également lieu pour les autres fouilles mentionnées à l'article 131.

141. Les bois pour les fondations seront préparés avant que de commencer les épuisements, ainsi que les équipages pour battre et transporter les pilotis et tous les matériaux nécessaires aux assises de fondation, ayant soin de les transporter successivement tous taillés et entoisés le plus à proximité qu'on pourra des travaux de chaque année, afin de ne pas retarder les épuisements à faire jour et nuit, et en augmenter la dépense. On aura soin aussi de conserver, entre ces différents assemblages de matériaux, les passages convenables et nécessaires pour en faciliter le transport et l'emploi.

142. Après que chaque partie de fouilles aura été achevée et dressée de niveau aux différentes profondeurs mentionnées ci-devant, on indiquera avec des piquets la place de chaque pilotis d'après les alignements et reperes exacts des fondations qui auront été tracés pour cet effet sur le terrain.

143. Tous les pilotis seront sans écorce, armés d'un fer à quatre branches du poids mentionné article 104. On commencera par les battre avec des sonnettes à tiraude, dont les moutons peseront six cents livres, jusqu'à ce qu'ils soient entrés au refus de trois lignes par volée de trente coups. A l'égard de ceux de la fondation des culées, piles, murs d'épaulements, compris leurs pilastres, on continuera ensuite de les battre avec une machine à déclic, en y employant un mouton de fonte du poids de dix-huit cents livres, élevé de quinze à vingt pieds de hauteur, jusqu'à ce que ces pilotis n'entrent plus que d'une ligne par chaque coup de mouton pendant une douzaine de percussions consécutives, et cela pour les faire entrer de plusieurs pieds dans le tuf et terrain le plus solide.

144. Au lieu d'hommes et de chevaux, on pourra aussi employer au battage des pilotis, pour moteur, la roue à aubes, qui doit servir aux épuisements, en plaçant un tambour à l'un des bouts de l'arbre de cette roue, lequel sera rendu mobile ou fixe au moyen d'une roue dentée et d'un déclic à ressort qu'un ouvrier fera échapper à chaque coup de sifflet de l'enrimeur qui conduira la machine dont on se servira pour battre les pilotis, lorsqu'il sera question de faire dévider la corde du tambour, laquella passera sur des poulies de renvoi, pour faire retomber le mouton qu'elle aura enlevé; le tout comme cela s'est pratiqué avec succès au pont de Pont-Sainte-Maixence, pour faire enfoncer une partie des pilotis de fondation, en y employant des moutons de fonte qui pesoient jusqu'à dix-huit cents livres; et, lorsque la crue de la riviere aura rendu le courant assez fort, on pourra placer un pareil tambour à l'autre bout du

même arbre de la roue à aubes pour faire agir un autre mouton du poids qui conviendra à la force qui lui restera. On s'étoit servi aussi du même moyen à Pont-Sainte-Maixence pour enlever de grosses pierres. Lorsqu'on se sert du même moteur au mouvement de plusieurs sonnettes, on doit avoir l'attention de changer le signal employé pour la chûte du mouton ; c'est-à-dire que, si l'on se sert du sifflet pour l'une des sonnettes, ce sera un coup de tambour pour la seconde.

145. On emploiera le plus de sonnettes qu'on pourra, jour et nuit sans interruption. Les journaliers pourront être mis à la tâche pour le battage à la sonnette seulement, en leur fixant la longueur de la fiche dans le terrain. On frétera les pilotis qui auront besoin de l'être à leur tête, pour empêcher qu'ils puissent se fendre ou éclater sous la percussion du mouton; et on entera ceux de ces pilotis qui n'auroient pas assez de longueur pour arriver au refus indiqué ci-devant, afin qu'on puisse continuer de les chasser jusqu'à ce qu'ils y soient parvenus : mais il sera plus convenable et plus solide de commencer par déterminer la longueur des pilotis d'après les sondes du terrain qu'il sera nécessaire d'en faire préalablement pour chaque partie de fondation, comme on l'a dit ci-devant à l'égard des pieux des batardeaux, et cela en y employant des sondes de fer enfoncées au mouton.

146. Les pilotis des fondations seront espacés à trois pieds de milieu en milieu en tout sens, et posés quarrément les uns aux autres. On en battra dix files sur la largeur des piles, et vingt-huit sur leur longueur, en y comprenant la saillie des avant et arriere-becs, ainsi que les retraites et empatements ; ce qui produira deux cents soixante pilotis, déduction faite de vingt pour les angles, qui seront retranchés pour former des pans coupés, comme cela est figuré sur le plan, et portera le nombre total à mille quarante pilotis pour les quatre piles. Il en entrera trois mille trois cents quatre-vingt-douze aux deux culées, en y comprenant leur vuide intérieur, du côté de la riviere, et leur empatement jusqu'à l'alignement des derniers rangs des bouts des piles ; ce qui fera en total quatre mille quatre cents trente-deux, y compris la fondation des murs d'épaulements, pilastres, murs de quais et du chemin de halage.

147. On commencera à battre les pilotis par le milieu de la largeur des fondations, finissant de rang en rang par les files extérieures, pour rejeter au dehors la compression du terrain : ils seront ensuite recepés de niveau aux différentes profondeurs mentionnées ci-devant, et même quelques pieds plus bas pour ce qui concernera le corps du pont, lorsque les épuisements pourront le permettre ; ce qui exigera, dans ce cas, quelques assises de retraites de plus en fondation. On fera des tenons de quatre pouces de longueur, autant de hauteur, et trois pouces de largeur, à la tête de chacun des pilotis de rive, et de ceux qui doivent porter les racinaux des angles ; on présentera ensuite les chapeaux et racinaux contre ces pilotis pour tracer et tailler les mortoises dans lesquelles les tenons doivent s'assembler, après quoi ils seront posés et assemblés à queue d'aronde dans les racinaux d'angles, et entre eux avec entaille à mi-bois.

148. On fera, dans les chapeaux de rive, au droit de chaque pilotis, une entaille en queue d'aronde de trois pouces de profondeur, six pouces de longueur, et huit pouces de largeur à son extrémité, laquelle sera réduite à six pouces au collet.

149. On ménagera aussi, de deux en deux, aux pilotis qui doivent porter les racinaux, des tenons de quatre pouces de hauteur, autant de longueur, et deux pouces seulement de largeur. Ils seront recepés à quatre pouces plus haut que les pilotis de rive, et les tenons seront faits de maniere qu'ils se trouvent d'équerre et dans la ligne du milieu des entailles à queue d'aronde qu'on doit pratiquer dans les chapeaux.

150. On présentera également les racinaux le long de chaque file transversale des pilotis pour y tracer et tailler les mortoises. Ils seront ensuite posés et assemblés sur les chapeaux et pilotis, et retenus de chevilles de bois avec ceux des pilotis auxquels on n'aura point fait de tenons. Ces racinaux excéderont de dix-huit pouces, sur leur longueur, la derniere file de pilotis, et pourront être faits d'une seule ou de plusieurs pieces, en observant de faire porter le milieu de leur assemblage sur l'un des pilotis auquel on aura fait un tenon de huit pouces de longueur pour qu'il puisse comprendre la hauteur des deux racinaux, assemblés à mi-bois entre eux. Le tout sera posé bien quarrément au chapeau pour qu'il porte également sur la tête des pilotis, ayant soin de dresser à l'herminette ceux de ces racinaux qui se trouveroient un peu déversés, afin que le tout soit bien posé jointivement et de niveau.

151. L'intervalle d'entre la tête des pilotis sera dragué jusqu'à un pied de profondeur du dessous des racinaux, garni ensuite jusques contre les palplanches mentionnées article suivant, avec moellons durs, posés à bain de mortier de chaux et sable, affermis au marteau sur le terrain, et rempli entre les joints des moellons avec éclats de pierre, de maniere qu'il ne reste aucun vuide. Cette maçonnerie sera arrasée à la hauteur du dessus des racinaux.

152. Au pourtour des piles, au-devant de la culée et des murs d'épaulements et pilastres situés du côté du fauxbourg Saint-Germain, ainsi qu'au-devant du mur du chemin de halage de la culée opposée, il sera battu des palplanches bien jointives, qui auront neuf pieds de longueur sur neuf à dix pouces de largeur et six pouces de grosseur. Elles seront toutes bien dressées et armées d'une lardoire du poids de dix livres, compris les clous, battues à la sonnette, dont le mouton pesera au moins six cents livres, et sera tiré par la force de vingt hommes. Elles seront

ensuite recepées au niveau du dessus des chapeaux, et attachées contre ces mêmes chapeaux, chacune avec deux chevillettes de fer barbelées, d'un pied de longueur, et six à sept lignes de grosseur.

153. On posera les madriers de la plate-forme de charpente sur les chapeaux et racinaux, de maniere qu'ils affleurent extérieurement les chapeaux, ainsi que l'extrémité des racinaux du derriere des culées, des murs d'épaulements et des autres murs.

154. La quantité des bois équarris qui entrera dans la fondation des piles et des culées sera de quinze cents quarante solives, et celle des bois de sciage pour les plate-formes et les palplanches montera à trois mille cent quarante-une solives ; ce qui fera, pour la totalité, quatre mille six cents quatre-vingt-une solives, sans y comprendre ce qui concernera les murs d'épaulements, murs de quais, et celui du chemin de halage.

155. Les madriers porteront bien exactement sur les chapeaux, les racinaux et la maçonnerie des entrevoux, au moyen d'une aire de mortier qu'on y étendra à mesure de la pose. Ils seront attachés à leurs extrémités avec chevilles de fer barbelées ; et, dans les autres endroits où cela sera nécessaire, on les terminera quarrément à leur bout, qui portera sur le milieu d'un racinal bien jointivement avec les madriers qui suivront, et en liaison de trois pieds entre eux. Ceux de ces madriers qui se trouveront trop hauts seront abaissés à l'herminette jusqu'à l'arrasement des autres, et plus particulièrement sous l'emplacement de la premiere assise du parement.

156. Après que la fouille des fondations de chacune des culées, des murs d'épaulements et des quais, aura été successivement achevée, si le terrain se trouvoit graveleux et reconnu assez solide, on pourroit se dispenser de le piloter, en commençant ces murs par deux cours d'assises de forts libages, dont la premiere formeroit un empatement de trois pieds, d'après le nu du devant et du derriere des culées et murs, et la seconde de deux pieds, faisant une retraite d'un pied sur la premiere assise. C'est sur une pareille plate-forme ou radier général de maçonnerie de libages, qu'on a élevé les deux grands bâtiments de la place de Louis XV, après avoir reconnu que le fond étoit de bon et solide gravier. Mais, pour lors, il faudroit, au-devant de l'autre culée, des murs d'épaulements et des quais situés du côté du fauxbourg Saint-Germain, construire une crêche de maçonnerie de six pieds de largeur, fondée sur trois files de pilotis, avec chapeaux, racinaux, plate-formes de charpente et palplanches, en élevant la maçonnerie avec assises de retraite et pierres de taille aux parements, le tout comme aux piles, et en terminant le dessus de la crêche par une assise de pierres de taille dure, posées bien jointivement et cramponnées entre elles, tant pour empêcher les affouillements de la riviere, que pour contenir les graviers ; mais pareilles crêches deviendroient inutiles du côté de la place de Louis XV, parceque le mur du chemin de halage, qui sera également fondé sur pilotis, en tiendra lieu.

157. On tracera exactement, sur les plate-formes de charpente de chaque partie d'ouvrages successivement, le plan du nu des parements des culées, des piles, avant et arriere-becs, murs d'épaulements, des pilastres, des murs de quais et du chemin de halage, ainsi que leur épaisseur ; et l'on portera, au-devant de ce tracé, la saillie des retraites et empatements qui a été désignée ci-devant, pour établir le devant de la premiere assise de retraite et le nu de l'assise de libages qui formera l'empatement du derriere de ces murs.

158. Cette premiere assise aura quinze ou dix-huit pouces de hauteur, et sera posée sur un mortier de chaux et sable, et non pas à sec, comme on le pratique ordinairement, parcequ'on a reconnu que la chaux éteinte n'endommageoit point le bois. Le derriere, dans le reste du corps des piles, sera garni de libages débrutis de même hauteur, appareillés et posés jointivement, ainsi qu'en liaison tant entre eux qu'avec les pierres des parements, de même qu'aux avant et arriere-becs auxquels on emploiera les plus forts quartiers : on en usera ainsi pour chacune des assises de retraites supérieures, en observant de les bien arraser par le dessus successivement.

159. On posera de pareilles assises de libages au derriere de chaque assise de retraite, des culées et des autres murs, qui se raccorderont, pour la hauteur de chacune, aux assises correspondantes des piles jusqu'à l'à-plomb du derriere de la premiere du nu des parements, en observant les liaisons suffisantes entre elles, ainsi que de l'une à l'autre assise supérieure, et en portant, au-delà de ce nu, des harpes et saillies nécessaires pour les liaisonner avec la maçonnerie du reste de l'épaisseur de ces murs, dans chaque culée et sur toute la largeur de ces culées, en y comprenant la saillie des parties des avant et arriere-becs qui les joindront.

160. On posera des libages derriere la pierre de taille des culées jusqu'à trente pieds au-delà du nu des trois quarts des piles, et les trente pieds restants pour l'épaisseur des culées seront faits en maçonnerie de moellon. Les libages aux culées seront arrasés à vingt-deux pieds au-dessus de l'étiage, ou quatre pieds au-dessus des naissances des arches. On en mettra à la même hauteur, derriere les avant et arriere-becs des culées. L'arrasement des libages et de la maçonnerie suivra la pente du pont.

161. Chaque assise de retraite, ainsi que du reste de la hauteur des murs, sera arrasée successivement avec gros moellons et mortier de chaux et sable, dans le surplus de leur épaisseur, et au droit de la saillie des pilastres.

162. Les tambours des especes de colonnes qui formeront les avant et arriere-becs, seront faits entièrement en pierre de taille la plus dure, posée sans aucun démaigrissement. Chaque assise sera formée d'un noyau taillé en pentagone, jointivement avec les pierres des parements. Le noyau de l'assise supérieure sera placé en recouvrement et

en liaison sur le premier, de telle sorte que les angles répondent au milieu des côtés du pentagone inférieur, et ainsi alternativement pour les autres assises.

163. Pour retenir les jambes de force de chaque ferme, on aura l'attention de laisser, de part et d'autre des endroits où elles devront être posées, des épaulements et bossages de pierre à trois des assises des piles et des colonnes tronquées de l'intérieur de ces piles, lesquels auront six pouces de saillie, et quinze pouces chacun de largeur sur la hauteur de chaque assise. Les premiers bossages seront placés à la quatrieme assise du dessous des chapeaux qui coefferont les jambes de force, et le troisieme cours de bossages dans le milieu de la hauteur des deux précédents ; et l'on fera les assemblages de charpente suffisamment solides, comme on l'a déja dit ci-devant, pour suppléer à ces points d'appui dans les vuides des arcades de douze pieds d'ouverture, qui doivent être faites tant au milieu des piles que des culées.

164. Avant que de cesser les épuisements, on placera les sablieres sur la derniere assise de retraite ; on y assemblera successivement, de chaque côté des piles et des culées, les huit jambes de force qui doivent porter les cintres de charpente, en leur donnant les dimensions qui sont portées art. 47 et suivants, observant de poser les premieres à l'affleurement de la tête des voussoirs des arcades renfoncées, et de distribuer les autres à des distances égales, entre elles et celles des têtes.

165. Ces jambes de force seront assemblées, par le bas, à tenons et mortoises dans les sablieres ou patins, mais sans y mettre de chevilles pour qu'on puisse les dévêtir facilement lors du décintrement des arches. Elles seront mortoisées et entaillées par embrévement sur leur hauteur, pour recevoir l'assemblage des deux premiers rangs d'arbalétriers ; on les coeffera d'un chapeau ou sommier avec lequel on les assemblera à tenons et mortoises, observant de les tailler par le dessus pour y poser le dernier rang d'arbalétriers ; après quoi ces jambes de force seront serrées avec des étrésillons ou coins de bois pour les fixer à leur place, bien verticalement contre les épaulements et bossages de pierre, et contre l'assemblage de charpente dont il est fait mention article 163.

166. On enlevera successivement les batardeaux, à mesure qu'ils deviendront inutiles, ainsi que les terres de leur intérieur, qui seront transportées aux endroits qu'on indiquera, et non jettées dans le cours de la riviere, et cela pour être remployées à d'autres batardeaux dans les lieux et les temps qu'on indiquera également d'avance ; et, après avoir dragué l'intérieur de ces nouveaux batardeaux, ils seront remplis de terre franche, comme cela est dit art. 126.

167. On construira les échafauds et ponts de service nécessaires, tant pour porter les machines qui doivent servir aux épuisements et à battre les pilotis, que pour transporter les matériaux et les élever, ainsi que les bois des cintres. On battra pour cet effet les pieux nécessaires, lesquels seront retenus entre eux avec des moises horizontales, placées à deux pieds au-dessus des basses eaux, et des liernes et contrefiches en écharpe, lesquelles seront retenues aux pieux avec des chevilles de fer et aussi des boulons où il en sera besoin : les files de pieux seront coeffées d'un chapeau, et défendues, du côté d'amont, de même que les pieux qui doivent porter les cintres de charpente, avec deux pieux de brise-glace ; après quoi, on posera les poutrelles nécessaires pour les ponts de service, et on placera, dessus, les plate-formes ou dosses, en les attachant sous les poutrelles avec des chevilles de fer ; le tout en observant, comme on l'a dit ci-devant, un ou plusieurs passages commodes, pour que la navigation ne puisse pas être interrompue pendant tout le cours des travaux, excepté le temps du levage des cintres, dont il sera parlé article 174.

168. On dressera, sur les chantiers, des terrains qui seront de niveau sur leur largeur, et en pente pour l'écoulement de l'eau de pluie, d'un pouce par toise sur leur hauteur, lesquels seront garnis de plate-formes de charpente jointives, solidement arrêtées entre elles pour servir d'étalon et pour tailler les bois des fermes de chacune des trois arches de différentes grandeurs, en se conformant aux courbes qui sont indiquées dans le présent devis, en laissant les quinze pouces de vuide qui y est prescrit pour l'emplacement des couchis et des cales, et en relevant ces courbes sur l'étalon pour le tassement des fermes et pour celui des voûtes, après que les clefs en seront posées, comme cela est expliqué pour chaque arche, art. 85 et 86, afin qu'après la totalité du tassement, la fleche de la courbure de chaque arche se trouve avoir à-peu-près la hauteur indiquée art. 2, 3 et 4.

169. Chaque cintre sera composé de huit fermes, et chaque ferme de trois cours d'arbalétriers des grosseurs qui sont expliquées art. 47 et suivants, lesquels auront ensemble, pour chacune des petites arches, trois cents dix-sept toises deux pieds de longueur : cette longueur sera de trois cents cinquante-deux toises pour les moyennes arches, et de trois cents quatre-vingt-dix-huit toises pour celle du milieu. Ces arbalétriers seront assemblés à leurs abouts et dans leur milieu avec des moises pendantes, des grosseurs expliquées aux mêmes articles. On les serrera contre ces arbalétriers avec trois et quatre boulons, suivant leur longueur ; lesquels seront taraudés par leurs bouts, et garnis de leurs écrous, rondelles et clavettes de fer.

170. On tracera une ligne au milieu de chaque arbalétrier, tant en dessus qu'en dessous, pour partager l'inégalité de leur épaisseur. On aura soin d'assembler ces pieces de maniere que, lorsqu'une ferme sera montée, toutes ces lignes se trouvent situées dans un même plan vertical. Les arbalétriers seront arrondis à leurs bouts en portion d'arc

décrite avec un rayon, ayant pour longueur celle de chaque arbalétrier. Les moises seront entaillées dans leur largeur, suivant l'inclinaison des arbalétriers qu'elles doivent recevoir, et de plus, un évasement de six lignes dessus et dessous. Les entailles dans les mortoises seront recreusées d'après la convexité qu'on aura donnée aux bouts des arbalétriers, et celles qui doivent servir à assembler ces arbalétriers par leur milieu auront toute la largeur des moises; les autres n'auront qu'un pouce de largeur par le dessus, et seront terminées quarrément à l'entaille sur la largeur. Toutes ces moises embrasseront exactement les arbalétriers, ayant même égard au démaigrissement et aux flaches qui pourroient s'y trouver. On achevera de former les portions d'arcs, en mettant des fourrures ou vaux sur le troisieme cours des arbalétriers, et les y fixant avec des chevilles de bois.

171. Pour être guidé dans la pose exacte des fermes de cintres, on aura l'attention, lorsqu'elles seront assemblées sur le chantier, d'y tracer plusieurs lignes perpendiculairement à leur base, et l'on sera assuré que ces fermes se trouveront bien posées, lorsque les parties correspondantes, qui auront été marquées sur chaque arbalétrier, ne formeront qu'une ligne verticale. Les fermes seront entretenues entre elles avec des moises horizontales et des liernes mentionnées à l'art. 50. Ces moises horizontales embrasseront jointivement les moises pendantes, et y seront retenues avec de pareils boulons. Les liernes seront entaillées de moitié de leur largeur, et chevillées contre ces mêmes moises pendantes, et, pour empêcher le déversement des fermes, on y posera des guettes ou contrefiches; le tout, ainsi qu'on l'a déja expliqué au présent devis, en observant de les assembler en gueule de loup par le haut, de les bien serrer et cheviller.

172. Les couchis seront placés, comme on l'a déja dit, sur le milieu de chaque cours de voussoirs, et à mesure de leur pose, pour laisser la liberté de garnir les joints avec de l'étoupe : on les posera sur de fortes cales, en observant de laisser au-dessus des couchis un espace d'environ deux pouces pour la cale du poseur.

173. Après que tous les bois des fermes auront été taillés, qu'on aura battu les files de pieux qui doivent les soutenir dans leur milieu, qu'on aura aussi fait les échafauds et ponts de service, et qu'on se sera approvisionné des couchis et des fers nécessaires, ainsi que des bateaux, des palans, écoperches, moufles et tréteaux de différentes hauteurs, on élevera et posera les premiers cours d'arbalétriers, et successivement les deuxieme et troisieme cours, en plaçant les moises pendantes et les boulonnant à mesure du progrès du levage des cintres des cinq arches; ce qui sera fait avec la plus grande célérité, pour qu'ils puissent être posés de bonne heure dans la même année : pour quoi on placera un attelier de charpentiers à chaque arche, qui éleveront toutes les fermes correspondantes en même temps, afin qu'en se contrebuttant mutuellement, il n'en résulte point d'inégalité de poussées contre les piles, dont le peu d'épaisseur exige une pareille précaution.

174. Comme il sera nécessaire d'interrompre la navigation pendant la pose des fermes des cintres, on n'y emploiera que le moins de temps possible, et tout au plus quinze ou vingt jours, ainsi qu'à l'enlevement d'une partie des échafauds et des ponts de service ; à l'effet de quoi on aura l'attention de prévenir M. le Prévôt des Marchands six semaines d'avance, du temps pendant lequel on se trouvera obligé d'interrompre la navigation, pour qu'il puisse en faire informer les mariniers et les marchands qui fréquentent la Seine, et que ceux d'entre eux qui pendant ce temps voudroient faire remonter des bateaux à Paris soient obligés de décharger au-dessous du nouveau pont. Mais, comme cette interruption aura lieu dans le temps des basses eaux du printemps, il ne devra en résulter que peu de préjudice pour le commerce. Après la pose des cintres, la navigation pourra être rétablie, au moyen de l'attention qu'on aura de les élever suffisamment pour le passage des bateaux.

175. Les échafaudages des cintres étant enlevés, on se servira des chariots et des machines qui auront été préparés pour approcher et élever les pierres sur les cintres, en se servant (par préférence aux grues) des treuils et des roues qu'on emploie aux carrieres à puits, et observant de placer un égal nombre de cours de voussoirs en même temps aux cinq arches de part et d'autre de chaque cintre. On commencera par poser ceux des têtes bien exactement, suivant la coupe de l'exhaussement mentionné aux articles 85 et 86, et l'on achevera chaque rang par les voussoirs intermédiaires, lesquels auront, tant à leur intrados qu'à leur coupe, mêmes direction et inclinaison qu'à ceux des têtes, ayant égard au surplus à ce qui a été expliqué art. 88 et 92.

176. On observera exactement, lors de la pose de chaque nouveau cours de voussoirs, l'effet que leur charge produira sur les cintres, qu'on chargera plus ou moins dans leur milieu pour les empêcher de se relever, quoique cet effet doive être moins sensible aux voûtes qui sont faites en portion d'arc de cercle, qu'à celles qui ont une autre courbure. On emploiera, à ce rechargement, des voussoirs intermédiaires, et non pas ceux des têtes, dans la crainte de les écorner. Ils seront posés sur couchis et disposés dans l'ordre suivant lequel on devra les placer.

177. Toutes les assises de pierre de taille des piles et culées, des avant et arriere-becs, des dalles du bas des ouvertures du milieu des piles et des parties évidées des culées, ainsi que les voussoirs des voûtes et des lunettes, seront tous coulés et fichés en bon mortier de chaux et ciment. On garnira les plus grands joints de l'extrados des voussoirs, d'éclats de pierre dure qu'on enfoncera avec la fiche.

178. Avant que de décintrer les arches, on posera les prolongements des premiers rangs de voussoirs jusqu'à l'arrasement de l'extrados des clefs. Les voussoirs intermédiaires seront garnis aussi à la même hauteur, en prolon-

gement de leur coupe, avec libages de pierre dure sans bouzin ; et le tout sera bien fiché et posé en mortier de chaux et ciment, pour qu'il ne se trouve à chaque cours de voussoirs, ainsi prolongé, aucun corps qui soit d'inégale compression.

179. Comme les joints des douelles des cours de voussoirs qui partiront des naissances, et ceux de l'extrados de la partie supérieure des voûtes, pourront se refermer, comme cela est expliqué art. 93, on aura l'attention de les dégarnir de leur mortier jusqu'à quatre pouces de profondeur, et même d'ouvrir ces joints avec une scie à couteau, dans le cas où les pierres se rapprocheroient trop, et cela pour prévenir les épaufrures qui résulteroient de leur attouchement; et, un mois après le décintrement des voûtes, on regarnira ces mêmes joints en mortier et ciment.

180. La rupture des voussoirs et des pierres des assises ne seroit à craindre que dans le cas où ils n'auroient pas été bien dégauchis en les taillant, ni bien coulés et fichés; d'où il résulteroit un tassement inégal dans leur longueur, et des fractures; c'est pourquoi l'on apportera la plus grande attention à observer ce qui vient d'être recommandé.

Décintrement.

181. Pour préparer le décintrement, on a vu, art. 48, qu'on doit laisser un espace de deux pieds de hauteur entre le dessus des blochets qui doivent être placés sur les chapeaux des doubles files de pieux du milieu des arches, et le dessous des patins sur lesquels seront assemblés, d'un bout, les supports en contrefiches, et, de l'autre bout, sous le premier cours d'arbalétriers de chaque ferme : on laissera ces dernieres pieces et leurs patins isolés des blochets, jusqu'à ce que toutes les fermes aient été posées, ainsi que les voussoirs, sur le premier quart de chaque voûte, en partant des naissances, pour laisser comprimer suffisamment la charpente dans ces assemblages; et cette compression, qui n'a occasionné qu'un tassement de deux pouces une ligne aux arches du pont de Pont-Sainte-Maixence, comme cela est expliqué art. 85, est évaluée devoir aller à quatre pouces pour les petites arches de celui-ci, et à six pouces pour la grande, parceque les fermes ne doivent être composées que de trois cours d'arbalétriers, au lieu de quatre qu'il y avoit à celle de ce premier pont, et d'un échantillon aussi plus fort. On garnira ensuite ce qui restera de hauteur entre le dessous des blochets avec cinq cours de fourrures de bois et quatre cales de plomb : ces dernieres auront six pouces en quarré sur deux pouces d'épaisseur, et seront posées séparément entre deux fourrures.

182. Les bois de charpente qui composeront les cintres, compris leurs couchis, ainsi que les pieux et les assemblages de charpente qui doivent soutenir les fermes de leur milieu, contiendront en total la quantité de quinze mille cinq cents vingt-deux solives, chacune de trois pieds cubes.

183. Après que tous les voussoirs auront été posés, et que les joints des mortiers se trouveront assez affermis pour qu'on ne puisse plus y introduire qu'avec peine des lames de couteau ou d'épée (ce qui pourra arriver au bout de quinze jours ou trois semaines), on se disposera à faire le décintrement, en enlevant les cales et les couchis en nombre égal de l'un et de l'autre côté de chaque arche, et dans un même jour, vers les naissances des arcs, où ils doivent être le moins comprimés, et on déboulonnera la moitié du nombre des moises pendantes, ainsi que toutes les moises horizontales. Le deuxieme jour on emploiera des fers rouges de douze pouces de long, six pouces de large et un pouce d'épaisseur, portant un manche de fer de dix-huit pouces de long, ainsi qu'une poignée de bois percée d'un trou dans son milieu pour la rendre mobile autour de ce manche, afin de fondre successivement l'une des trois cales de plomb du dessus de chaque double file de pieux, et cela toujours en même temps à chaque arche; ce qui fera baisser les cintres de deux pouces. Le troisieme jour on continuera la même opération, qui sera achevée le soir, de sorte qu'en quatre jours on pense qu'on aura suffisamment de jeu pour isoler les blochets des patins; et s'il étoit nécessaire de ruiner les fourrures de bois, on le feroit aussi successivement avec le ciseau et le maillet. On aura l'attention de recevoir le plomb dans des poëles de fer à mesure qu'il se fondra, en faisant, pour cet effet, des augets de glaise sur les blochets et au pourtour de la cale du bas. On décalera ensuite le reste des couchis, et on les enlevera successivement, en même nombre et dans un même jour, de chaque côté des cinq arches à la fois; on enlevera aussi les contrefiches, les moises horizontales et les liernes successivement : mais on observera, avant que d'ôter les couchis de la clef et des sept contre-clefs, d'y substituer des étrésillons aux voussoirs qui les joindront, pour empêcher le relevement subit des fermes; après quoi ces étrésillons seront ruinés avec précaution, au ciseau et au maillet, et successivement en égal nombre à toutes les arches de chaque côté des clefs. C'est cette derniere opération qui servira à isoler entièrement les voûtes des fermes des cintres, et l'on recommandera pour lors aux ouvriers de ne point approcher leur tête du vuide d'entre les arbalétriers et les voussoirs, à cause de la vivacité avec laquelle les bois se relevent par leur ressort contre les voûtes, comme aussi de se garantir des éclats des étrésillons qui partent avec bruit et vîtesse. On démontera ensuite les autres moises et successivement les arbalétriers, sommiers, jambes de force, et les sablieres dans lesquelles ils seront assemblés par le bas, le tout au moyen des échafauds, des équipages et machines, ainsi que des bateaux que l'on amarrera solidement; ce qui sera fait très promptement et avec les précautions qu'il faudra prendre pour la sûreté des ouvriers. Tous les bois et les fers seront transportés à mesure qu'on les démontera, et mis à couvert dans les chantiers, en rassemblant séparément ceux qui seront d'un même échantillon.

184. A mesure qu'on fera le décintrement des arches, on continuera d'observer soigneusement l'effet du tassement dans les joints, et l'on passera le couteau à scie pour ouvrir, comme on l'a déja recommandé art. 179, ceux qui se refermeroient trop. On aura aussi l'attention d'enfoncer des coins de bois entre les voussoirs dela partie supérieure de la voûte, qui s'ouvriroient trop à leur douelle.

185. Pour reconnoître l'endroit des voûtes où se fera la séparation de la puissance agissante du haut des voûtes, d'avec celle qui doit résister du côté de leurs naissances, on tracera, à la pierre noire, après la pose des clefs, une ligne horizontale à un pied au-dessus de la douelle des clefs de chaque arche. Cette ligne se courbera en contrebas à mesure de la descente des voussoirs supérieurs, et formera inflexion au droit des voussoirs inférieurs : ce qui indiquera, à leurs points de tangence, la séparation de ces deux puissances ; connoissance utile pour éclairer la théorie de la poussée des voûtes, qu'on n'a obtenue jusqu'à présent que par des hypotheses incertaines. Il est vrai que cette séparation devient moins sensible aux voûtes faites en portion d'arcs, qu'à celles auxquelles on a employé d'autres courbures, telles que celles en demi-ellipse ou qui sont en plein cintre.

186. Si l'on se trouve obligé d'interrompre la navigation pendant le décintrement des voûtes (ce qui cependant n'auroit lieu que pour peu de jours), on aura l'attention d'en prévenir M. le Prévôt des Marchands, comme cela est expliqué art. 174.

187. Lorsqu'on se sera apperçu que le tassement des voûtes aura cessé, on posera les prolongements des voussoirs qui ne l'auront pas encore été, tant aux têtes qu'intermédiairement entre elles au droit des reins ; savoir, pour l'arche du milieu, jusqu'au niveau de l'extrados des voussoirs du haut des têtes, et, pour les autres arches, jusqu'à la hauteur du plan incliné, de deux pouces quatre lignes et demie par toise, qu'aura le dessus du pont, et cela en partant également de l'extrados des voussoirs des clefs des deux dernieres voûtes de chaque côté de celle du milieu. Ces prolongements de voussoirs seront en pierres de taille aux têtes, et en libages au droit des reins des voûtes, le tout franc d'appareil, posés suivant la coupe de la courbure de chaque arche, bien dégauchis et sans démaigrissement dans leurs joints, ni de moellon dans aucune partie des voûtes et des reins, si ce n'est pour les garnis indispensables d'entre les pierres de taille et les libages. Ces pierres de taille seront posées, coulées et fichées en mortier de chaux et ciment, et les libages et garnis de moellon en mortier de chaux et sable, comme on l'a dit ci-devant.

188. Pour l'écoulement de l'eau du dessus des cinq arches, on forera et percera dans chacune deux gargouilles de chaque côté dans les voussoirs du rang du milieu d'entre ceux des naissances et de la clef, chacune de six pouces de diametre, et la maçonnerie du dessus des voussoirs sera faite en pente, à raison de deux pouces par toise, pour y conduire, de chaque côté, l'eau des ruisseaux de chaque arche, observant de placer le milieu de ces gargouilles à l'à-plomb du parement de chaque mur des trottoirs, comme aussi de recreuser circulairement de deux pouces le pourtour du bas de ces gargouilles sur trois pouces de largeur, en donnant un pied de diametre au cercle intérieur pour former un bourrelet, et afin d'empêcher l'eau de baver et de se répandre sur les douelles des voussoirs contigus à ceux de la clef.

189. Ces mêmes gargouilles seront percées latéralement d'un trou de trois pouces de diametre à la hauteur du dessus de la chape de caillou et ciment dont on va parler, qui sera posée sur la maçonnerie des voûtes pour y conduire l'eau qui pourroit filtrer entre les joints du pavé du dessus.

190. Après que le dessus des voûtes aura été régulièrement dressé en maçonnerie d'après les pentes mentionnées art. 186, on posera au-dessus une chape générale de maçonnerie de cailloutis de trois pouces d'épaisseur, avec bon mortier de chaux et ciment. Cette chape sera faite avec soin, bien serrée et frottée à la truelle à différentes reprises par le dessus, jusqu'à ce qu'elle ne se gerce plus : elle comprendra toute la longueur du pont et l'épaisseur des culées, ainsi que la largeur de ce pont d'un trottoir à l'autre. Cette même chape sera recouverte d'un pouce d'épaisseur de mortier de chaux et ciment, qu'on frappera avec le tranchant d'une espece de petit battoir de bois, en différents sens, pour rapprocher les gerçures, à mesure qu'elles se formeront par la retraite du mortier, et cela sans discontinuation pendant le nombre de jours nécessaires, jusqu'à ce que le mortier soit affermi et uni, et qu'il n'y paroisse plus de gerçures dans lesquelles l'eau puisse s'introduire.

191. On posera ensuite les entablements, plinthes et tablettes du couronnement du pont, des avant et arrierebecs, des murs d'épaulements et pilastres, ainsi que des murs de quais et du chemin de halage, de même que les parapets, les balustres, les guérites faites en parpaings de pierre de taille dure, formant les socles qui doivent porter les seize pyramides de fer ; le tout posé, coulé et fiché en bon mortier de chaux et ciment ; après quoi l'on s'occupera de la retaille, du ragrément et des rejointoiements de tous les parements vus de la pierre de taille, en réservant ceux des voûtes pour les derniers ; à l'effet de quoi l'on établira les échafauds volants et légers, sur des bateaux pour les voûtes, et sur des écoperches contre les murs, en les faisant cependant assez solides pour la sûreté des ouvriers.

192. Les pyramides seront faites par les meilleurs ouvriers, avec le plus grand soin, ainsi que leurs ornements et dorure, comme cela est expliqué aux articles 23 et 24. On en donnera des dessins particuliers qui seront ensuite tracés de grandeur naturelle. Leurs montants formeront, dans le bas, des boules de fer de trois pouces de diametre,

ainsi qu'un crampon de quatre pouces de longueur, qui sera scellé en plomb dans l'assise ou parpaing de pierres de taille du dessous. On posera les portes de fer revêtu de tôle forte, garnies de leur serrure, mentionnées article 22, et l'on fournira les lanternes à trois réverberes, avec les poulies de cuivre et chaînes de fer qui seront nécessaires pour les monter et descendre dans chaque pyramide.

193. Les murs des trottoirs seront faits d'une seule assise de pierre de taille la plus dure, laquelle aura dix-huit pouces de largeur et quince pouces de hauteur, et sera scellée en maçonnerie de moellon et mortier de chaux et ciment sur la maçonnerie du pont. Chaque quartier aura cinq à six pieds de longueur. Ils seront arrêtés entre eux avec un goujon de fer de huit pouces de long et un pouce de gros, encastré exactement de quatre pouces dans chaque pierre.

194. On posera ensuite la plate-bande de fer, qui doit être encastrée de son épaisseur au haut de l'assise des trottoirs, et retenue avec des crampons, comme cela est expliqué article 110 ; et l'on posera en même temps, au droit du milieu de chaque gargouille, une espece de boute-roue en fer, de deux pouces en quarré, qu'on encastrera par le haut dans la pierre de taille au derriere de la plate-bande mentionnée ci-devant, recoudée à chaque bout pour être scellée également en plomb, tant dans ladite assise que dans le derriere de la pierre du haut de la gargouille.

195. On posera aussi sur des massifs de maçonnerie les vingt-quatre bornes de fonte mentionnées article 101, lesquelles seront chacune du poids de trois cents livres. On posera de même sur un massif de maçonnerie les marches de pierre de taille pour descendre des trottoirs, et l'on pavera en ciment le dessus de ces trottoirs, bien jointivement, sur une forme de trois pouces d'épaisseur de pareil mortier, comme cela est expliqué article 113. Cette forme de ciment sera établie, comme on l'a dit ci-devant, sur un massif de maçonnerie de chaux et sable, lequel sera lui-même posé immédiatement sur la maçonnerie du pont et celle des murs d'épaulements, et l'on donnera deux pouces de pente sur la largeur de ces revers, compris l'assise qui les terminera, pour empêcher l'eau d'y séjourner. La superficie de ce pavé sera de deux cents une toise.

Pavé.

196. Le dessus du pont sera ensuite pavé, ainsi que le devant des murs d'épaulements et murs de quais, et le chemin de halage, en gros pavé d'échantillon, sur une forme de sable graveleux, comme cela est expliqué art. 111 et 112, en se raccordant avec le pavé de la route de Versailles. Le pavé du milieu du pont sera fait en chaussée de vingt-quatre pieds de large et six pouces de bombement, avec ruisseau de chaque côté et revers de trois pieds de large, dont la pente, vers chaque ruisseau, sera de trois pouces, arrivant à pareille hauteur au-dessus du bas de l'assise des trottoirs ; à l'effet de quoi l'on aura l'attention de réserver au moins quinze pouces de hauteur, depuis le dessus de la maçonnerie du pont, pour la place qu'occupera ce pavé et sa forme de sable.

197. L'ancien pavé de la chaussée de Versailles sera relevé à bout et exhaussé pour se raccorder avec les rampes du nouveau pont et le pavé de la place de Louis XV, jusqu'au droit, d'une part, des extrémités du nouveau chemin de halage, et, d'autre part, à l'alignement intérieur des trottoirs de cette place.

198. Ces changements de pente exigeront aussi que le mur du fossé et la balustrade du dessus, qui sont situés le long de la route de Versailles, et font partie de ceux du fossé de la place de Louis XV, de même que leur retour sur la largeur du même fossé et dans l'alignement du nouveau pont, soient relevés d'après les ordres de M. le Prévôt des Marchands, et aux frais de la ville de Paris ; ce qui sera concerté dans le temps avec l'architecte de la ville.

199. Du côté opposé, il sera fait une pareille chaussée de pavé de grès sur toute la longueur des murs d'épaulements, compris les pilastres de leur bout et la largeur d'entre les murs des trottoirs, et celui de la nouvelle clôture du jardin du palais Bourbon. Ce pavé sera réduit à dix-huit pieds de largeur au droit du mur de quai, de vingt-quatre toises de longueur, situé du côté d'aval, compris des bordures de pareil grès de dix-huit pouces de longueur sur douze à treize pouces de largeur et autant de hauteur. On conservera au pavé, du côté opposé, toute la largeur qui se trouvera entre le mur d'épaulement et son pilastre, jusques et compris dix toises au-delà de la rue de Bourbon, formant encoignure sur le jardin de l'hôtel de Benthem, où se terminera le nouveau mur de quai de vingt-quatre toises de longueur à faire du côté d'amont.

200. On relevera à bout le pavé de la partie de la rue de Bourgogne d'entre celle de Bourbon et de la riviere, pour lui donner la pente qui conviendra à l'écoulement des eaux de la partie supérieure des rues de Bourgogne et de Bourbon, comme cela est expliqué ci-devant, en fournissant le pavé neuf qui sera nécessaire pour remplacer le vieux pavé qui manquera ou se trouvera trop foible et tendre, et pour lui donner toute la largeur de ladite rue de Bourgogne.

201. Les remblais qui seront nécessaires pour régler les pentes du pavé du pont et de ses abords, en y comprenant l'élargissement et exhaussement de la partie de la riviere qui doit être comblée au-devant des murs actuels du jardin du palais Bourbon, comme on l'a expliqué art. 133, proviendront en partie des déblais des fouilles de la fondation du pont et de ses murs d'accompagnements, et l'on aura recours à M. le Prévôt des Marchands pour obtenir que le

surplus de ces remblais soit fait avec les décharges de la démolition des maisons de Paris, en faisant assigner cet endroit aux voituriers qui sont chargés de leur transport.

202. Tout le pavé neuf sera posé sur une forme de sable graveleux, de six pouces d'épaisseur, par rangées droites et en liaison de moitié de leur largeur. Les joints en seront garnis de sable, observant d'en retirer les cailloux et pierres qui empêcheroient de les approcher entre eux, parceque ces joints ne doivent avoir que six lignes de largeur. On les serrera bien au marteau du poseur, de l'un et l'autre sens, en refoulant aussi le sable de la forme, pour qu'il ne reste point de vuide sous le pavé; il sera battu et raffermi ensuite sur sa forme avec une hie ou demoiselle du poids de quarante-cinq à cinquante livres, en observant que le bombement et les pentes qui auront été fixés pour les chaussées, et leurs revers, soient régulièrement faits et conservés après qu'il aura été battu. Le sable sera refoulé dans les joints d'entre les pavés avec un repoussoir de fer fait en forme de *T* renversé, pour achever de les bien garnir; après quoi le tout sera recouvert d'un pouce d'épaisseur de sable. A l'égard du vieux pavé qui sera relevé à bout, il sera posé avec la même précaution que le pavé neuf, en fournissant tout le sable qui sera nécessaire pour que sa forme ait également six pouces d'épaisseur après le remploi du vieux sable, et l'on ne placera point de vieux pavés qui n'aient au moins six à sept pouces de grosseur à la tête, et sept à huit pouces de queue. Quant au pavé qui aura été écrasé sous la percussion de la hie, il sera renouvellé en pavé neuf dur, et le tout sera réparé et entretenu en bon état, sans trou, orniere ni flache, jusqu'au jour de sa réception.

203. La quantité totale du pavé de grès neuf à fournir est fixée, par le présent devis, à dix-neuf cents soixante et douze toises quarrées, et celle du vieux pavé à relever à bout, à deux mille cinq cents soixante et dix toises quarrées.

CONDITIONS GÉNÉRALES.

204. L'entrepreneur qui se rendra adjudicataire sera tenu de faire tous les ouvrages conformément à chaque article du présent devis, et suivant les regles de l'art de chacun d'iceux. Il sera tenu de se conformer aux plans et dessins cotés qui lui seront donnés, ainsi qu'aux épures, étalons et profils de chapiteanx, impostes, entablements et plinthes, qui seront tracés en grand, de même que pour les seize pyramides de fer, et leurs ornements : il fournira généralement tous les matériaux, les fera tailler, charger et voiturer dans les chantiers et à pied d'œuvre, et fournira également toutes les peines d'ouvriers, manouvriers, équipages, comme grues, gruaux, sonnettes, dragues à hottes, et autres, chariots, camions et brouettes : il fera faire les hangars dont il aura besoin, les échafauds et bateaux nécessaires pour le transport et le levage des matériaux, ainsi que pour le passage des ouvriers. Cet entrepreneur fournira aussi les outils de toutes especes, les cables et cordages. Il paiera les appareilleurs, commis, piqueurs et gardes pour veiller jour et nuit à la sûreté des chantiers, à l'exception des piqueurs et des commis qui seront chargés de tenir les attachements de la dépense des épuisements et de veiller aux carrieres, ainsi que sur les travaux pour ce qui concernera les intérêts du roi et de la ville. Il ne paiera pas non plus les appointements du dessinateur du bureau de l'ingénieur, ni ce qui regardera ses écritures et son logement pour l'établissement du bureau : mais toutes ces dépenses, celles de la construction des pyramides et des deux grilles de fer, des épuisements et leurs machines, des contre-batardeaux, les indemnités, ainsi que les appointements des piqueurs et commis qui seront employés aux ouvrages de régie, les honoraires, appointements et gratifications aux ingénieur, inspecteur et contrôleur pour les projets et la conduite des travaux, de même que toutes les dépenses impréyues généralement seront prises sur une somme de trois cents mille livres, dont le fonds sera fait dans le prix de l'adjudication, pour le tout être distribué d'après les ordres de M. le Prévôt des Marchands et du bureau de la ville, dont l'état sera fourni au ministre à la fin de chaque année.

205. L'entrepreneur fera également construire les magasins, forges et hangars nécessaires, ainsi que les bassins et machines qui serviront à faire le mortier, broyer le ciment, et percer les pierres des gargouilles. Il sera également tenu de faire les approvisionnements en suffisante quantité de chaque espece de matériaux, tant aux carrieres que sur les chantiers, au moins pour le travail d'une année d'avance, ainsi que toutes choses généralement quelconques, jusqu'à l'entiere perfection et réception des ouvrages; laquelle réception ne lui sera délivrée qu'une année après la fin des travaux.

206. Les matériaux qui resteront dans les chantiers et sur le pavé seront ensuite enlevés, et les places rendues nettes, aux frais de l'entrepreneur, afin que le passage soit rendu libre au public, de même que celui de la riviere pour la navigation.

207. Dans la derniere année des travaux, l'entrepreneur aura l'attention de ne point faire tirer dans les carrieres, ni voiturer sur les chantiers, une plus grande quantité de pierres de taille, de moellons, de fers, de chaux, de sable et de pavés, ou autres matériaux, que celle qui pourra être employée dans ladite année, pour qu'il ne reste que ceux qui auront été rebutés pour raison de mauvaise qualité, défectuosité, ou qui ne seroient pas des échantillons convenables à la solidité des ouvrages.

208. Toutes les pierres et moellons, les bois de charpente des cintres, échafauds, pont de service, et autres bois,

les fers et autres matériaux, ainsi que les machines à équipages et outils, les magasins, forges et hangars, retourneront au profit de l'entrepreneur, et lui appartiendront pour les faire démolir, vendre et disposer comme bon lui semblera, vu qu'on a eu égard dans l'estimation des ouvrages, d'après laquelle l'adjudication doit être passée, de déduire la valeur qu'il pourra retirer de ces matériaux après leur emploi.

209. Après la fouille de leur fondation des culées et des murs et quais qui les joignent, si l'on trouvoit que le terrain fût assez solide pour qu'on pût se dispenser, sans rien risquer, d'y mettre des pilotis dans la totalité ou partie de ces fondations, on se conformeroit à ce qui est expliqué précédemment, art. 156, pour le changement de cette fondation, et alors on aura soin de diminuer à l'entrepreneur toute l'économie qui en résultera, d'après les toisés et attachements qu'en tiendra l'ingénieur, conjointement avec l'inspecteur et le contrôleur des travaux, à mesure qu'on y travaillera, ou bien d'en compenser le prix avec celui des augmentations d'ouvrages qu'on aura été autorisé de faire pendant la durée des travaux; lesquels attachements et contrôles auront également lieu pour les indemnités, les épuisements, machines, et autres dépenses qu'on ne peut prévoir ni estimer d'avance, comme cela est au surplus d'usage pour ces sortes de grands travaux; et, afin de prévenir toute difficulté de la part de l'entrepreneur, on aura soin de lui donner connoissance de ces différents attachements et contrôles d'ouvrages et dépenses, et de les lui faire signer.

210. L'entrepreneur qui se rendra adjudicataire sera tenu de commencer par avancer une somme de cent mille livres en approvisionnements de matériaux et ouvrages, laquelle ne lui sera remboursée qu'après la perfection et la réception de tous les travaux. Il sera payé du surplus sur les fonds qui y seront destinés au bout de chaque mois, à proportion de leur avancement, d'après le certificat de l'ingénieur chargé de leur conduite, visé du premier ingénieur, et en conséquence de l'ordonnance de paiement qui interviendra.

211. Si, pendant la durée des travaux, il étoit trouvé nécessaire de faire des augmentations ou diminutions d'ouvrages, même d'établir la fondation des piles dans des caissons, comme on l'a fait avec succès au pont de Saumur et ailleurs, pour diminuer la dépense des batardeaux et des épuisements, les prix en seroient réglés d'après ceux de l'adjudication pour en tenir compte, en plus ou en moins, dans les états de situation du prix de tous les travaux qui se trouveront faits à la fin de chaque année. On en usera de même pour le transport des matériaux qui pourront être pris plus ou moins loin qu'il n'est expliqué au présent devis; mais ces changements principaux ne pourront avoir lieu qu'après qu'ils auront été approuvés par écrit de M. le Prévôt des Marchands et du bureau de la ville, et suivant la proposition qui en aura été faite par l'ingénieur qui sera chargé de la direction des travaux.

212. L'entrepreneur pourra disposer de tous les matériaux provenant de la gare construite anciennement près de la Salpêtriere, ainsi que des ponts et du pavillon qui en dépendent, et fera démolir avec soin ceux qui sont encore en place pour les transporter ensuite sur les chantiers du nouveau pont. La pierre de taille étant d'un trop foible échantillon pour servir au corps du pont, on pourra l'employer aux parements des murs d'épaulements et des parties des quais qui les joindront, ainsi qu'aux parements des petites voûtes des niches et renfoncements des culées et des rampes qui y conduiront, de même qu'aux parements du mur de soutènement du chemin de halage. On tiendra des attachements des frais de démolition et de transport de ces pierres, ainsi que pour le moellon qui sera démoli, et pour celui qui se trouve entoisé à la gare. Il sera fait un toisé exact de ces différents matériaux après leur arrivée aux chantiers du pont, où ils seront placés séparément des matériaux neufs; et la différence du prix auquel reviendront ces vieux matériaux, d'avec celui des matériaux neufs qu'auroit dû fournir l'entrepreneur, ainsi que sur leur taille et emploi, sera déduite audit entrepreneur au profit de la ville.

213. Au moyen de ce que le fonds fait pour la premiere année est de douze cents mille livres, si l'on peut obtenir cinq à six cents mille livres pour chacune des trois années suivantes, et qu'on soit en état de commencer incessamment à faire des approvisionnements de matériaux, il y auroit moyen d'achever le pont en quatre années, au lieu des cinq mentionnées ci-devant; et pour lors on indiqueroit d'avance à l'entrepreneur ce qu'il auroit à faire pour chaque année.

114. Les appareilleurs, les gâcheurs, et autres principaux ouvriers, ne pourront être employés à ces travaux qu'autant qu'ils auront déja conduit de pareils grands travaux, et que leurs talents et conduite seront connus et approuvés de l'ingénieur; et l'entrepreneur sera obligé de renvoyer ceux d'entre eux qui, pendant leur emploi, viendroient à se déranger sur leur assiduité et conduite.

215. L'entrepreneur ne pourra céder le tout ou partie de ses ouvrages et les sous-marchander, sans y avoir été autorisé par écrit, sous peine de la cassation desdits marchés et sous-traités.

216. S'il survenoit quelque difficulté ou contradiction pour raison desdits ouvrages, l'entrepreneur ne pourra se pourvoir ailleurs que pardevant le bureau de la ville.

217. Ledit entrepreneur entretiendra tous les travaux en bon état, jusqu'au temps de leur réception, qui ne lui sera délivrée, comme on l'a déja dit, qu'un an après qu'ils auront été entièrement achevés et ragréés. Il sera également tenu de donner bonne et suffisante caution pour la sûreté des paiements qui lui seront faits, et la garantie de tous ses ouvrages à laquelle il sera assujetti suivant l'usage. Il paiera aussi les frais qui seront dus au greffe pour son adjudica-

tion, ainsi que des ordonnances de paiement, en y comprenant une expédition de son adjudication, qu'il sera obligé de remettre à l'ingénieur.

Le présent devis fait par nous, chevalier de l'ordre du roi, son architecte et premier ingénieur des ponts et chaussées, des académies royales des sciences de Paris et de Stockholm, et de plusieurs autres académies. A Paris, le premier octobre, mil sept cent quatre-vingt-six. Signé. PERRONET.

Vu le devis, l'équivalent d'un cahier de charges, se trouvant mis à la suite dudit devis, sous la dénomination de CONDITIONS GÉNÉRALES, *à compter de la page 57 jusques et compris la page 59 : Nous, avocat et procureur du roi et de la ville de Paris, requérons que les affiches soient distribuées en conséquence, tant en placards que dans les papiers publics et dans les provinces, ainsi que les devis, et que les publications soient faites les mardi 30 janvier, mardi 13 février et mardi 27 février, à la suite de laquelle derniere publication il sera procédé à l'adjudication dont il s'agit suivant les formes ordinaires. Requérons en outre qu'il soit ordonné, par forme de supplément auxdites conditions, que l'adjudicataire sera tenu: 1°. de remplir les engagements et marchés qui auront été faits à l'avance, à la diligence de M. Perronet, et sous l'autorité du bureau, pour faire les dispositions convenables, assurer et accélérer l'approvisionnement des bois, des premiers matériaux nécessaires, et autres objets de même nature, notamment de se conformer au marché de la fourniture des bois de charpente, passé entre le sieur Demoustier, ingénieur des ponts et chaussées, et le sieur Lucien Noel, le onze du présent mois de janvier, signé dudit ingénieur, visé de M. Perronet, et approuvé par le bureau de la ville le seize, comme si ce marché eût été fait par ledit entrepreneur, lequel sera tenu d'en remplir toutes les clauses, à l'effet de quoi il en sera donné communication au greffe de la ville, ainsi que du devis;*

2°. D'employer aux ouvrages du pont toute la pierre de taille et le moellon tirés des carrieres des environs de Paris, et de celles de Saillancourt près Meulan, lesquelles sont en partie voiturées sur les chantiers du pont, comme aussi de tenir compte du prix des ouvrages commencés pour les terrasses de la culée du côté de la place de Louis XV, d'après les toisés, les rôles et états de dépense qui en auront été arrêtés par le sieur Demoustier, visés de M. Perronet, approuvés du bureau de la ville, et de payer les appointements des conducteurs et piqueurs en ce qui sera à la charge dudit entrepreneur, en sus toutes les dépenses qui seront relatives auxdits travaux, seulement pour ce qui aura été fait jusqu'au jour de l'adjudication;

3°. De fournir bonne et suffisante caution pour la garantie de l'exécution de ses engagements;

4°. De se conformer à l'arrêté interprétatif de l'art. 212, pag. 58, mis en marge d'icelui, par MM. les Prévôt des Marchands et Echevins, concernant les matériaux de la Gare;

5°. Enfin qu'on n'admettra des encheres que des entrepreneurs dont l'intelligence soit connue, et qui aient déja été occupés à des travaux de ce genre, ponts de maçonnerie, ports, quais, canaux et écluses, ou autres ouvrages hydrauliques d'une semblable importance et de même nature.

Fait à Paris le dix-sept janvier 1787. Signé, ETHIS DE CORNY.

Vu le devis ci-dessus et de l'autre part, ensemble le requisitoire du procureur du roi et de la ville :

Nous, Prévôt des Marchands et Echevins, ordonnons qu'ils seront exécutés selon leur forme et teneur.

Fait au bureau de la ville, le 23 janvier 1787. Signé, LE PÉLETIER, GOBLET, DELAVOIEPIERRE, GUYOT, DORIVAL.

L'adjudication du pont de Louis XVI a été passée définitivement, au bureau de la ville de Paris, le 27 février 1787, au sieur FRANÇOIS PRÉVÔT, *pour la somme de 2,993,000 livres, ayant donné pour caution le sieur* PAUL-LOUIS PRÉVÔT, *fermier et caissier de la ferme de Sceaux et de Poissy.*

FIN DU SUPPLÉMENT.

PONT CONSTRUIT SUR LA RIVIERE DE MARNE A CHATEAU-THIERRY.

Côté du Faubourg
de Marne

3 Pi.
16 Pi.
48 Pi.
10 Pi. 8 Po.
3 Pi.
18 Pi.
Ligne des 54 Pi. Naissance
Basses Eaux
10 Pi. 8 Po.
3 Pi.
15 Pi. 6 Po.
19 Pi. 2 Po.
48 Pi.

Coupe sur la Ligne A.B.

B

Dessus du Pont

Risberme

A

3 1 2 3 4 5 10 Toises

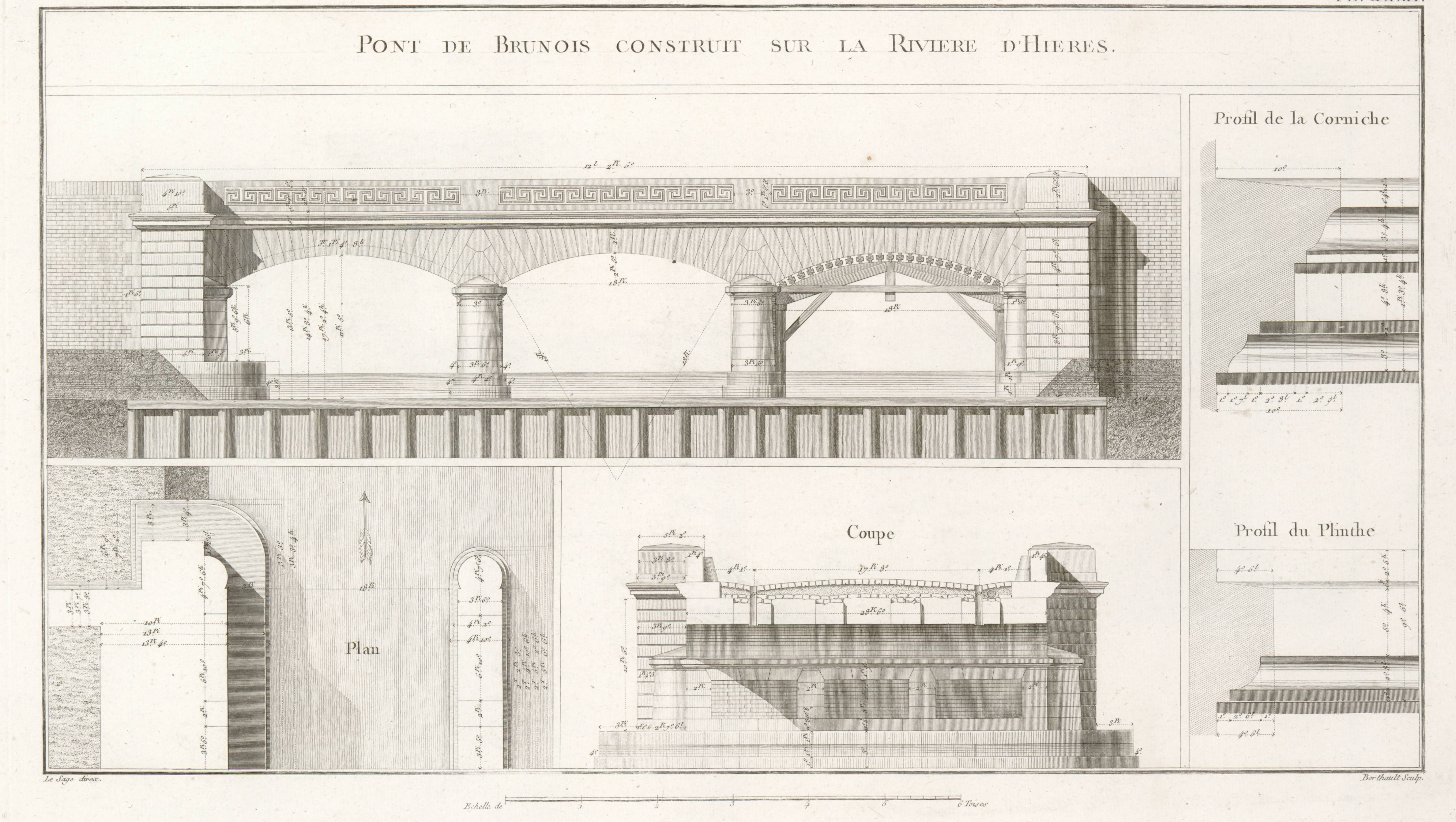
Plan des Fondations.

Culée

Risberme pour soutenir la Riviere lors des basses Eaux à une hauteur suffisante pour la Navigation.

Le Sage direx.

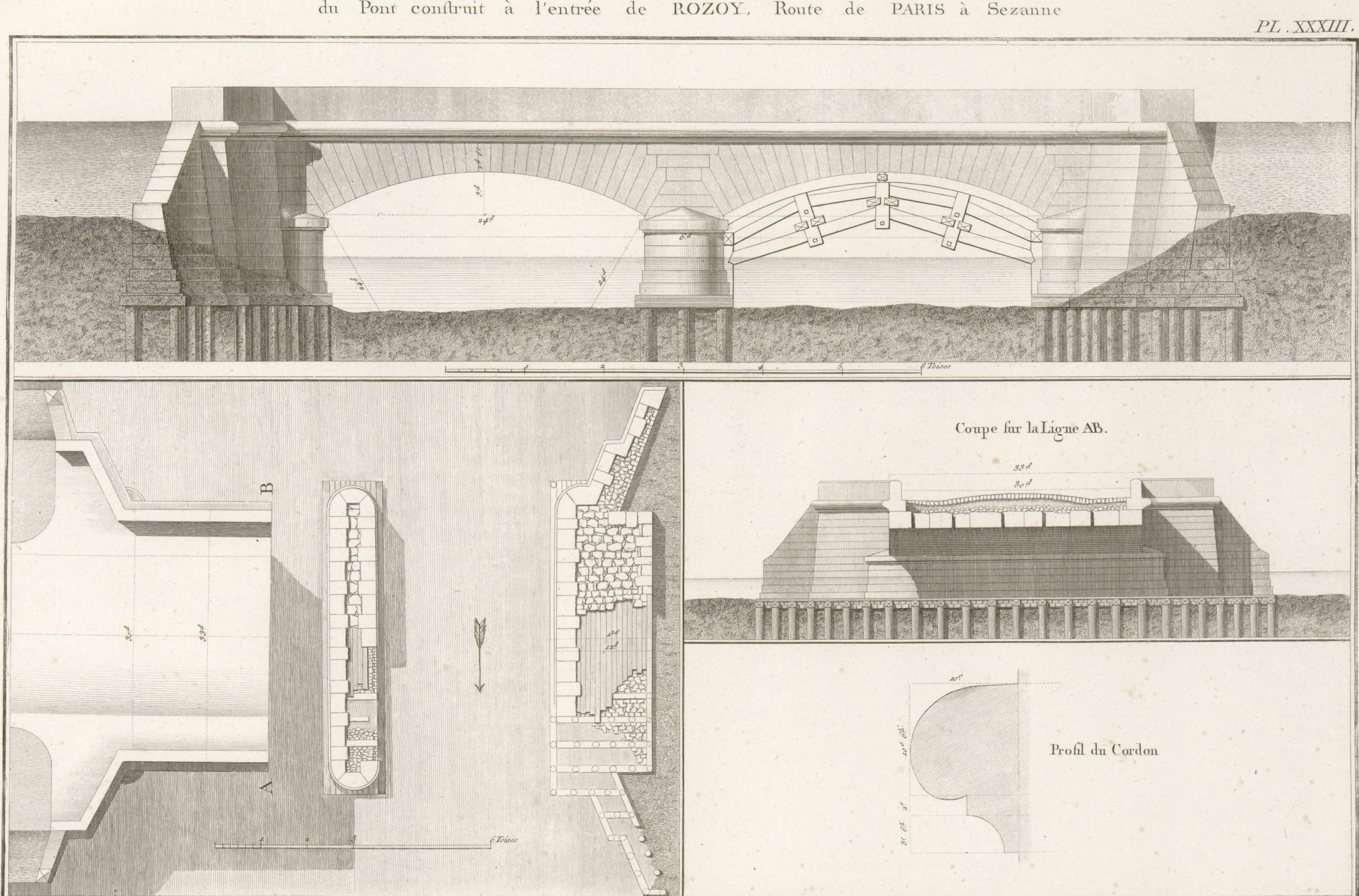
Berthault Sculp.


PL. XXXII.
PONT DE BRUNOIS CONSTRUIT SUR LA RIVIERE D'HIERES.
Profil de la Corniche
Plan
Coupe
Profil du Plinthe
Le Sage direx.
Berthault Sculp.
Echelle de 1 2 3 4 5 6 Toises

PLAN COUPE ET ELEVATION

du Pont construit à l'entrée de ROZOY, Route de PARIS à Sezanne

PL. XXXIII.



Le Sage direxit. *Berthault Sculp.*

PONT DES FONTAINES CONSTRUIT SUR LA RIVIERE DES NONETTES A CHANTILLY, EN 1760.

A

B

Coupe sur la Ligne A.B.

Echelle de 1 2 3 4 5 6 12 24 Pieds

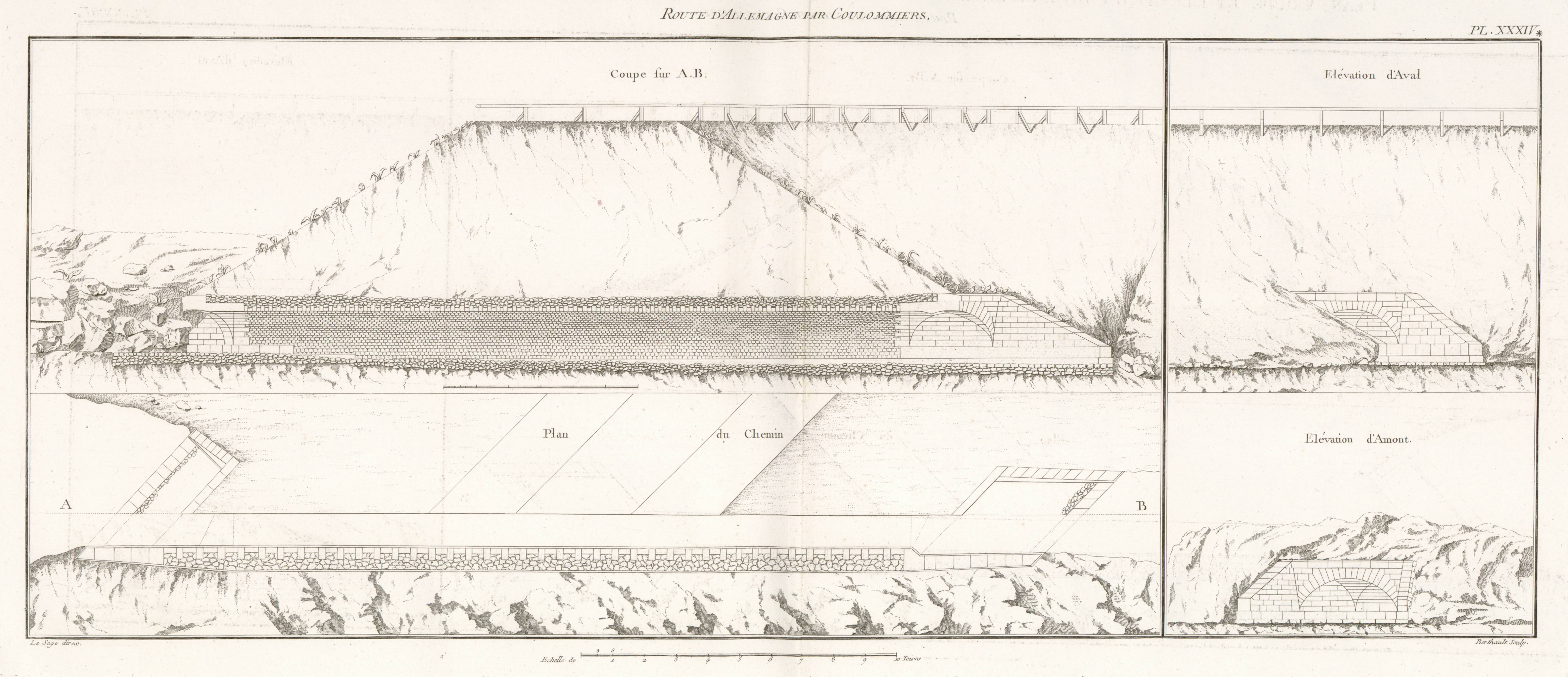
Le Sage direxit

Berthault Sculpsit

Plan, Coupe et Élevation de l'Arche biaise construite sur le Ruisseau Bicheret près et audela de Lagny.

Route d'Allemagne par Coulommiers.

PL. XXXIV.

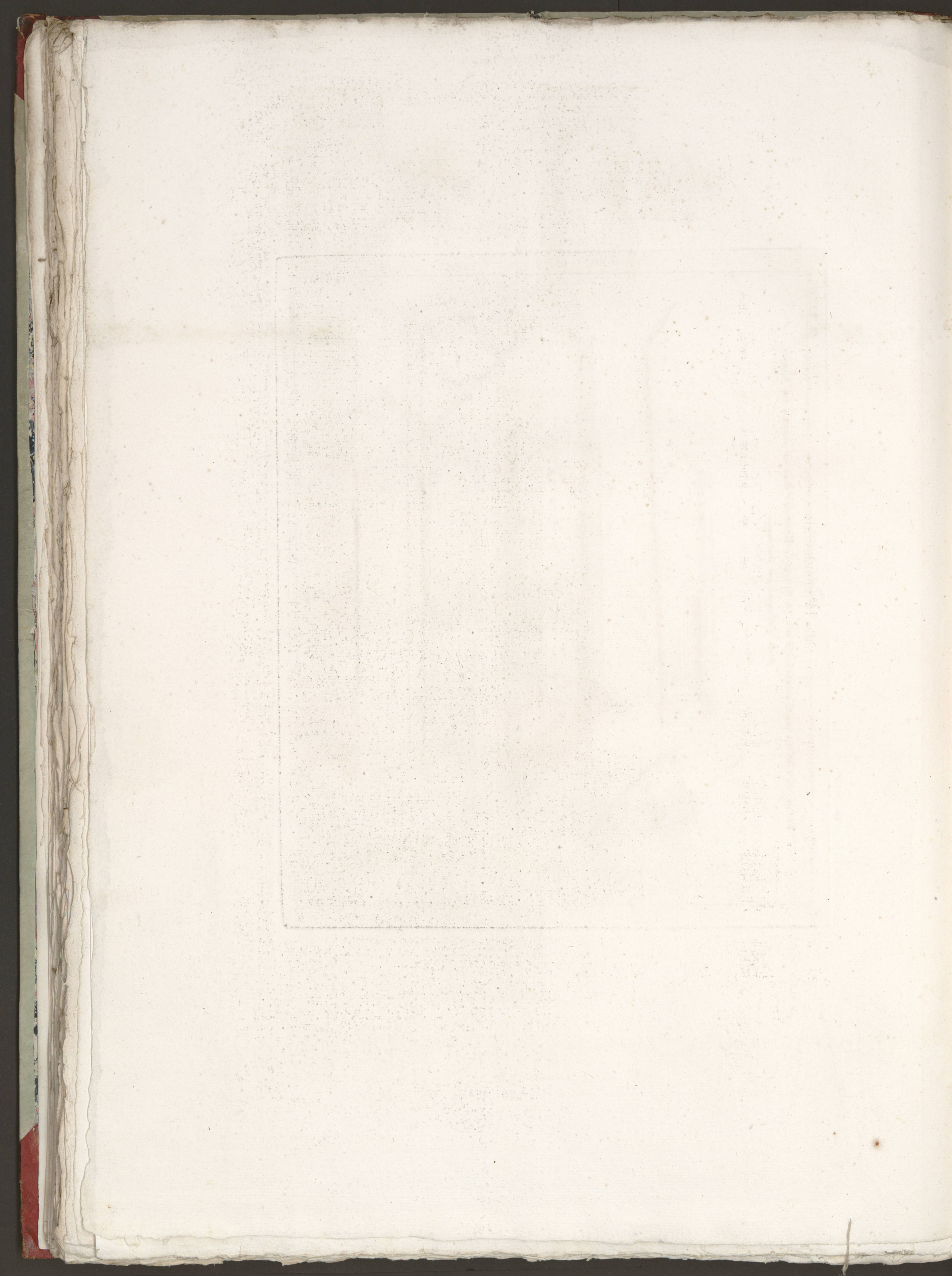


EPURE DE L'ARCHE BIAISE CONSTRUITE SUR LE RUISSEAU BICHERET PRÈS ET AUDELÀ DE LAGNY,

Routte d'Allemagne par Coulommiers.

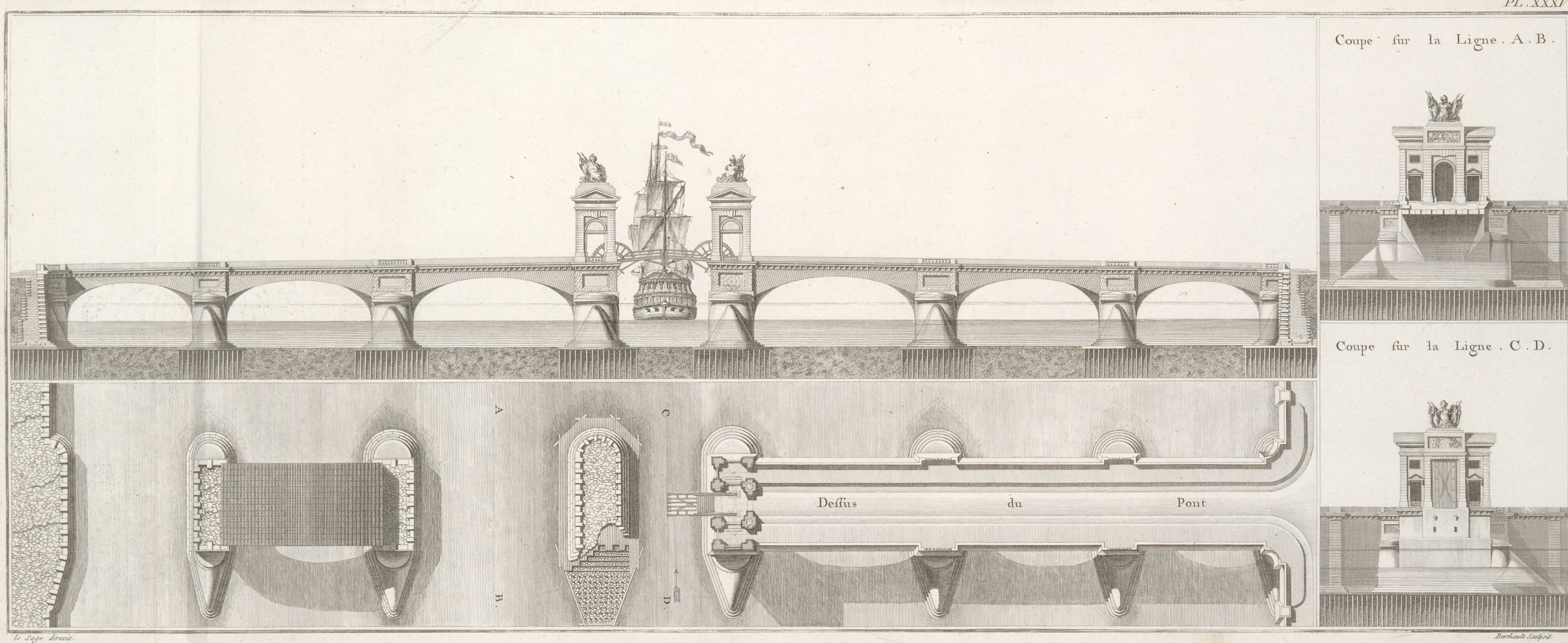
Echelle de 1 2 3 4 5 6 Toises

Le Sage direx. *Berthault Sculp.*



Pont projeté pour être construit a St. Petersbourg sur la Néva.

PL. XXXV.



1 2 3 4 5 10 15 20 25 30 Toises.

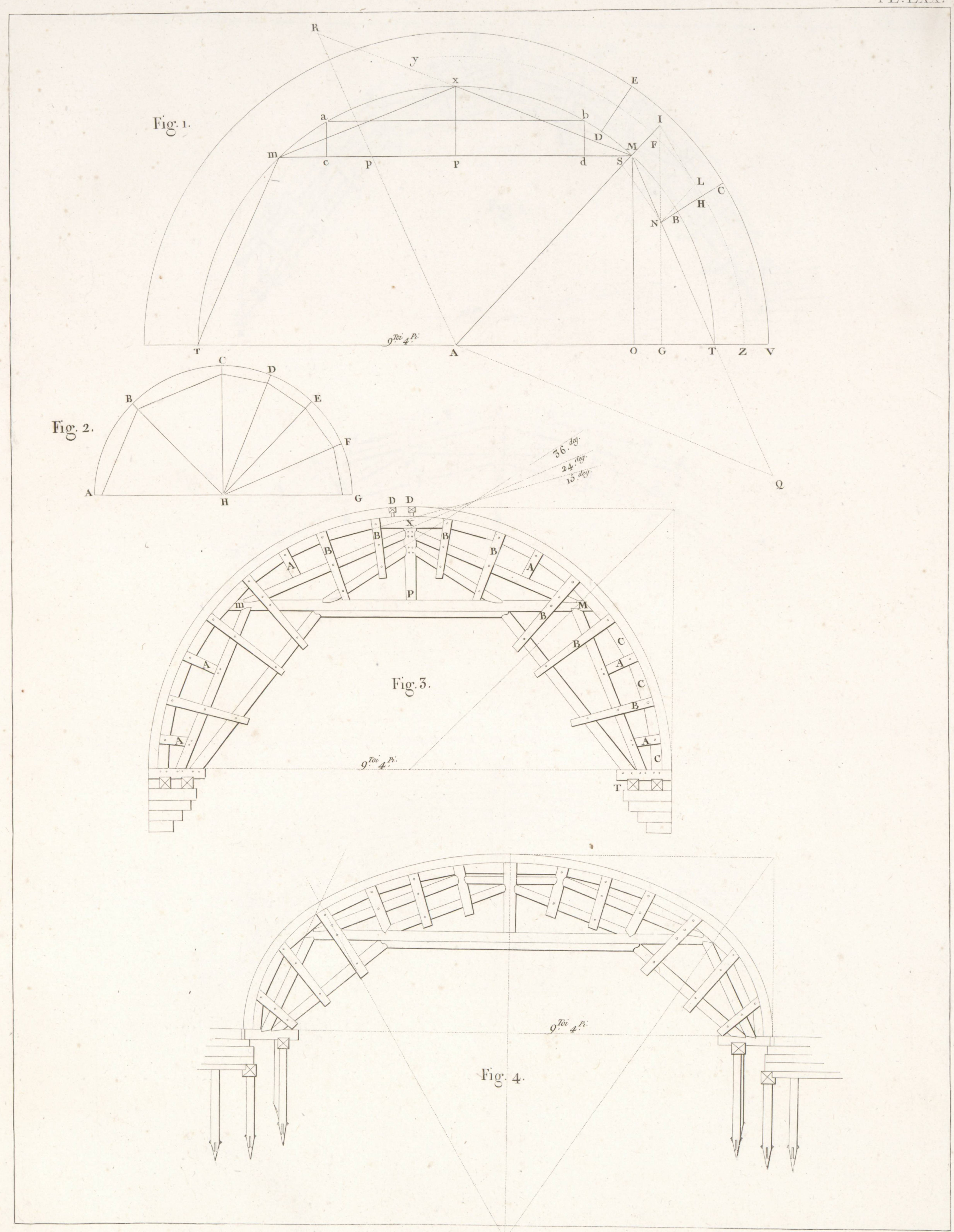


Fig. 1.
R
y
x
E
a
b
I
D
M
F
m
c
p
P
d
S
L
C
H
N
B
9 Toi. 4 Pi.
T
A
O
G
T
Z
V
Fig. 2.
C
D
B
E
F
A
H
G
36. deg.
24. deg.
15. deg.
Q
Fig. 3.
9 Toi. 4 Pi.
Fig. 4.
9 Toi. 4 Pi.

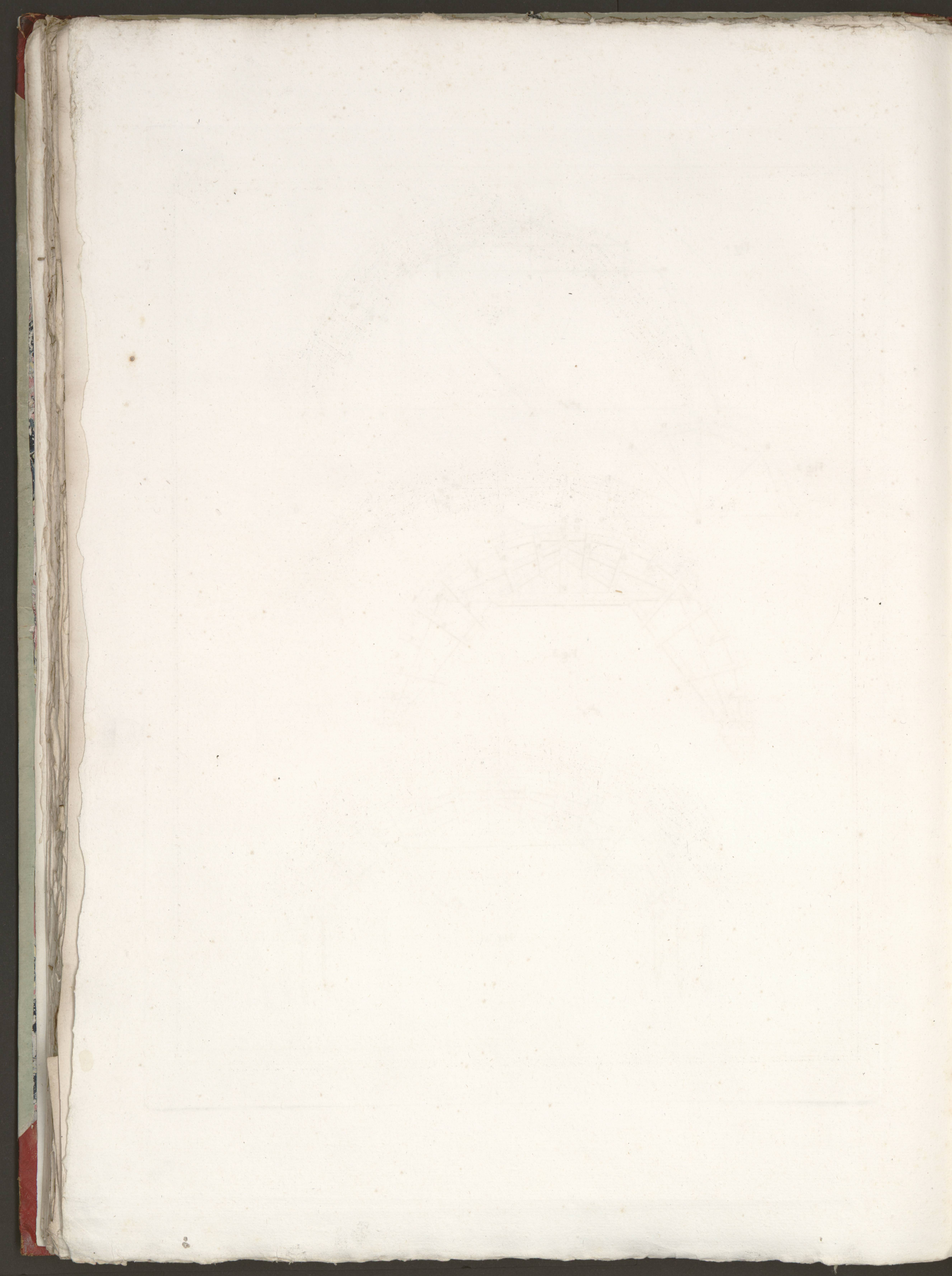


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 10

Fig. 8.

15. Toi

Fig. 11.

Fig. 11. bis

Fig. 13.

Fig. 12.

Fig. 14

Fig. 18.

8. Toi

Fig. 16.

Fig. 17.

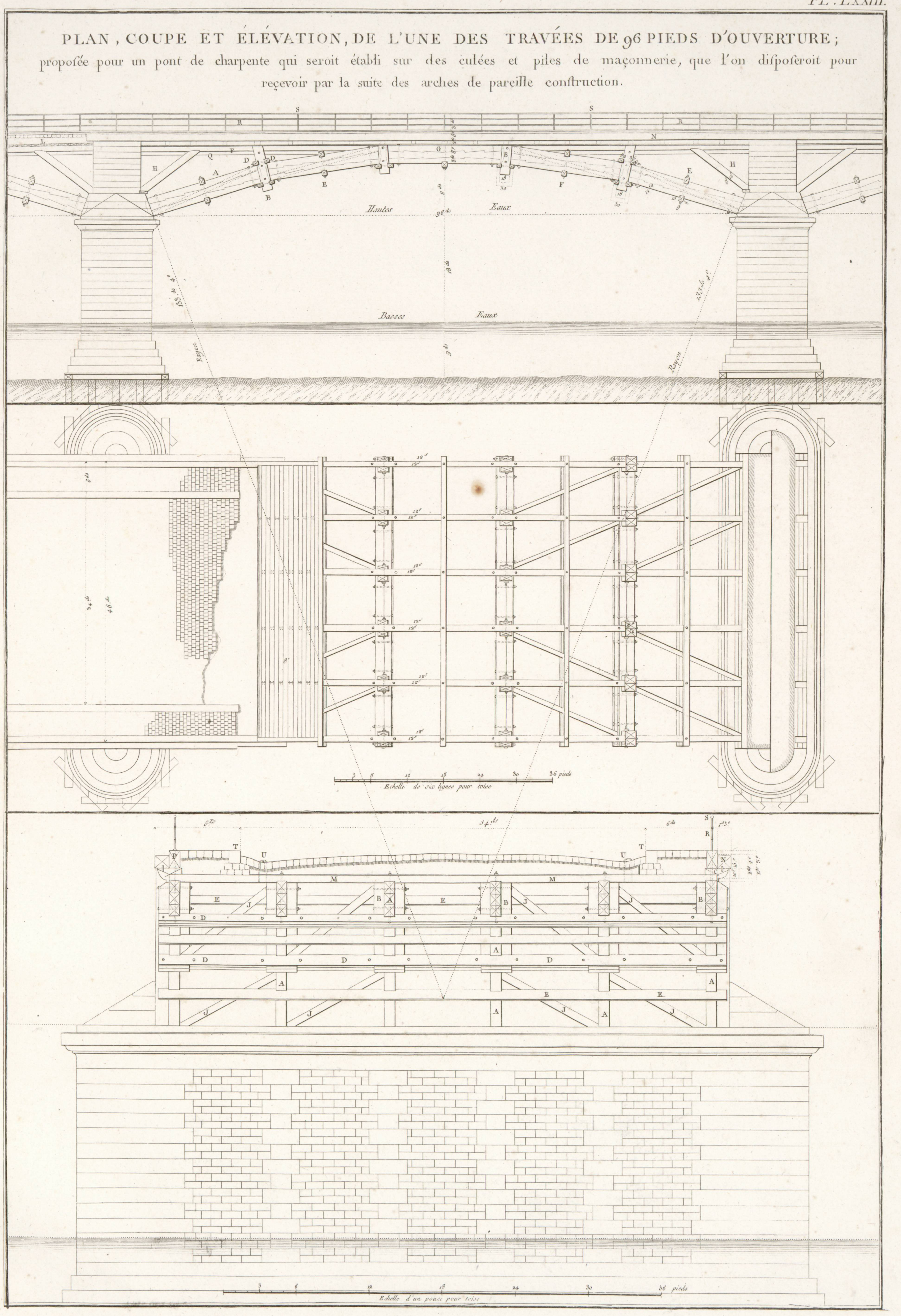
6. Toi

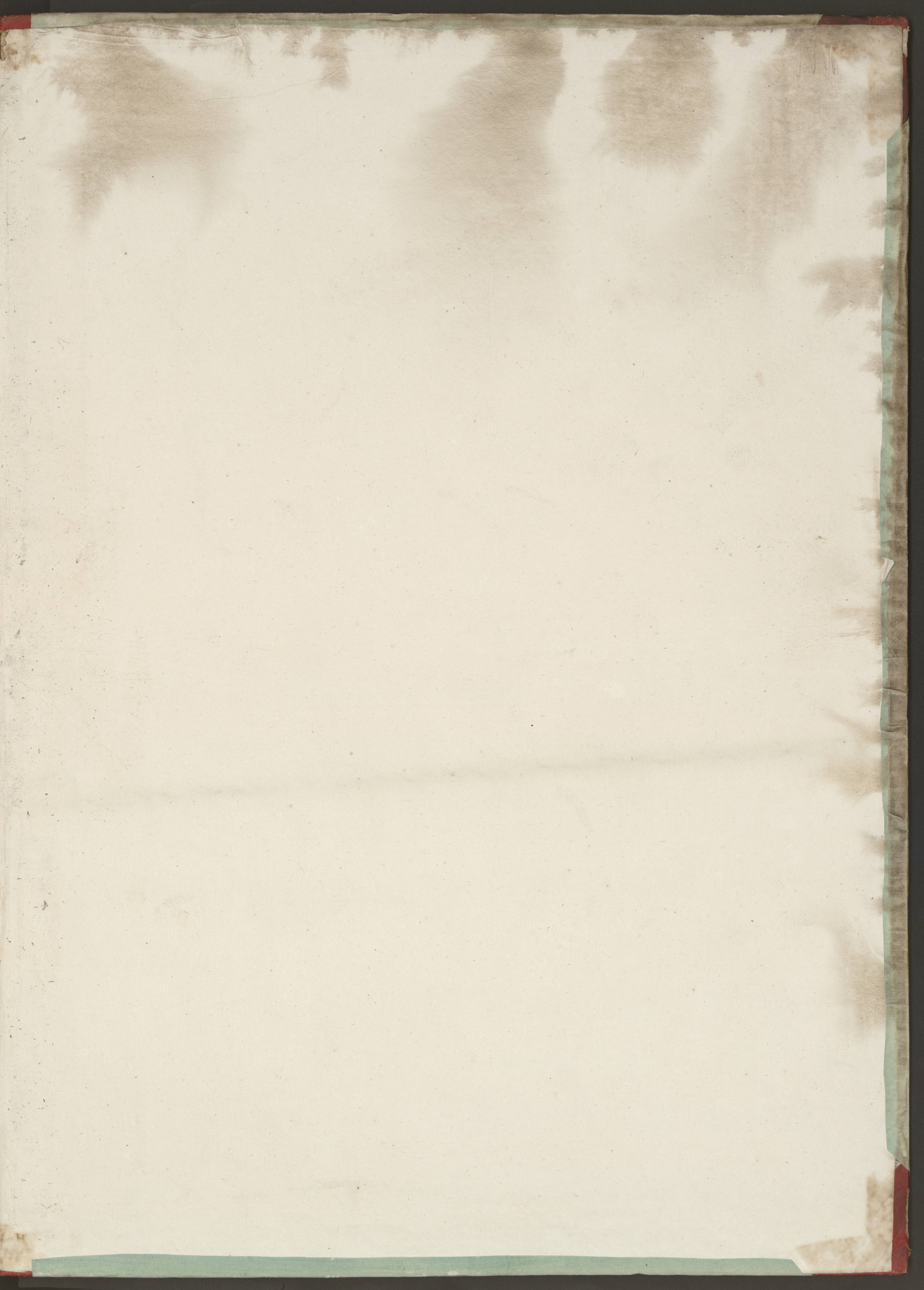
Fig. 15.

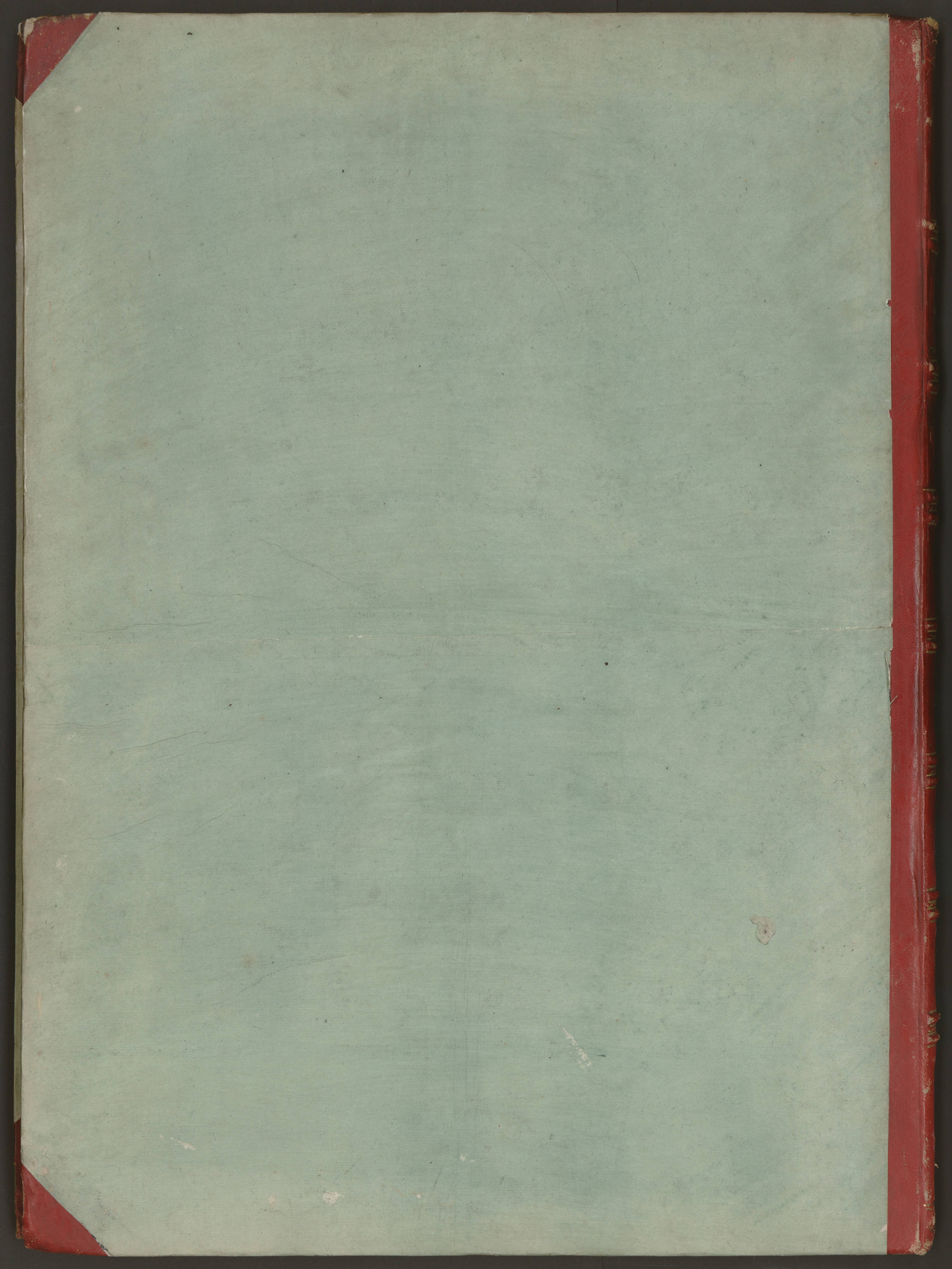
4. Toi

PLAN, COUPE ET ÉLÉVATION, DE L'UNE DES TRAVÉES DE 96 PIEDS D'OUVERTURE;

proposée pour un pont de charpente qui seroit établi sur des culées et piles de maçonnerie, que l'on disposeroit pour reçevoir par la suite des arches de pareille construction.











inches

centimeters

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11(A)	12	13	14	15
L*	39.12	65.43	49.87	44.26	55.56	70.82	63.51	39.92	52.24	97.06	92.02	87.34	82.14	72.06	62.15
a*	13.24	18.11	-4.34	-13.80	9.82	-33.43	34.26	11.81	48.55	-0.40	-0.60	-0.75	-1.06	-1.19	-1.07
b*	15.07	18.72	-22.29	22.85	-24.49	-0.35	59.60	-46.07	18.51	1.13	0.23	0.21	0.43	0.28	0.19
Density →										0.04	0.09	0.15	0.22	0.36	0.51

D50 Illuminant, 2 degree observer

GoldenThread

	16 (M)	17	18 (B)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
L*	49.25	38.62	28.86	16.19	8.29	3.44	31.41	72.46	72.95	29.37	54.91	43.96	82.74	52.79	50.87
a*	-0.16	-0.18	0.54	-0.05	-0.81	-0.23	20.98	-24.45	16.83	13.06	-38.91	52.00	3.45	50.88	-27.17
b*	0.01	-0.04	0.60	0.73	0.19	0.49	-19.43	55.93	68.80	-49.49	30.77	30.01	81.29	-12.72	-29.46
Density	0.75	0.98	1.24	1.67	2.04	2.42									

Colors by Munsell Color Services Lab

Don Williams